



Ein konzeptueller Rahmen zur Einbindung der Wohnung in patientenzentrierte Versorgungsprozesse des Gesundheitswesens

Analyse, Lösungsstrategien und exemplarische Realisierung mittels Assistierender Gesundheitstechnologien

Von der
Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
der Technischen Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig

zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Naturwissenschaften (Dr. rer. nat.)

genehmigte Dissertation

von
Jonas Schwartz
geboren am 26. Juli 1986
in Eisenach

Eingereicht am: 06. September 2019
Disputation am: 27. November 2019
1. Referent: Prof. Dr. Reinhold Haux
2. Referent: Prof. Dr. Dr. Michael Marschollek
3. Referent: Prof. Dr. Alfred Winter

Zusammenfassung







Hintergrund: Assistierende Gesundheitstechnologien (AGT) und technische Assistenzsysteme, auch ohne Medizinbezug, können das altersunabhängige Bedürfnis nach komfortablem und sicherem Wohnen in Wohlbefinden gewinnbringend adressieren. Die Machbarkeit einzelner, wohnungszentrierter Informatikdiagnostika und -therapeutika ist dargelegt. Die Wirkung für einzelne Krankheitsbilder zeichnet sich ab, ist jedoch nicht mit starker Evidenz bestätigt. Interprofessionelle, wohnungszentrierte Anwendungsfälle von Medizin über Pflege zu Sozialmanagement, wie sie eine patientenzentrierte Versorgung verlangt, bedürfen zur effektiven Etablierung der umfassenden Beschreibung der Rolle der Wohnung in diesen patientenzentrierten Versorgungsprozessen des Gesundheitswesens.






Die Einbindung der Wohnung in dieser gesamtheitlichen Perspektive ist nicht beschrieben und die Akteure der entsprechenden Professionen können, aufgrund fehlenden Wissens über sozio-technische Potentiale der Wohnung, im Aufbau von Versorgungsszenarien nicht auf ihre Fähigkeiten zurückgreifen.





Ziel der Dissertation ist es, einen Rahmen aus Methoden, Lösungsstrategien und einem exemplarischen Integrationsszenario zur Einbindung der Wohnung in medizinische Versorgungsprozesse zu geben und dabei insbesondere ihre Funktion als neuartigen Gesundheitsstandort zu betrachten.

Methoden: Die Identifikation möglicher Rollen erfolgt durch die formale Definition eines soziotechnischen Rollenmetamodells und dessen Anwendung auf sechs Versorgungsstruktur- und -prozessmodelle. Herausgearbeitete Rollendefinitionen werden auf Machbarkeit in der Wohnung analysiert sowie entsprechende Anforderungen formuliert. Mögliche Realisierungsmethoden und Lösungsansätze leiten sich rollenspezifisch aus den dargelegten Realisierungsprojekten ab. Aus den Methoden und Lösungsansätzen wird ein methodischer Rahmen für ein Integrationsszenario als strategische Grundlage für die Einbindung der Wohnung entwickelt und dessen Instanziierung gezeigt.

Ergebnisse: Untersucht wurden der OpenEHR Problemlösungszyklus, ein Metamodell für klinische Leitlinien, die bürgerliche Perspektive nach Bergman, das Strukturmodell der sektorzentrierten medizinischen Versorgung, das Mintzberg-Modell sowie die Gruppen der Gesundheitstechnologiebewertung. Das definierte Rollenmetamodell zeigt ein duales Konstrukt statischer, erwartungsbildender Normen und dynamischer, funktionsorientierter Handlungen. Die Erwartungen an die Rolle sind dabei die ergebnisorientierten Anforderungen an die Rollenhandlung, welche durch Rollenübernahme erfüllt werden.

Es wurden insgesamt elf Rollen herausgearbeitet:  **Messinstrument** nutzt eine gewerkeübergreifende, qualitätsgesicherte Sensorinfrastruktur des Gebäudeautomatisierungssystems *BASIS* zur Erhebung wohnungsbezogener Metriken auf Basis eines standardisierten Domäneninformationsmodells.  **Datenspeicher** zeigt die Speicherung komplexer medizinischer Daten mit einem wohnungszentrierten Datawarehouse, einer ontologiebasierten Wissensbasis und dem standardisierten Archivformat HDF.  **Informationsquelle** beleuchtet die zweckbestimmte Informationsdarstellung im Lichte ethischer Grenzen in Form eines systematischen Reviews zu AAL-Visualisierungen und entsprechenden Prototypen für Bewohner, Ärzte, Pflegekräfte und technisches Personal.  **Entscheidungsunterstützungssystem** fordert eine integrierte Architektur mit standardisierten Fakten-Wissensbasen, hier realisiert in Form von Regeln und Methoden zur Unterstützung des Rettungsprozesses.  **Diagnostisches Instrument** zeigt exemplarisch, wie eine stufenweise Abbildung bestehender Verfahren zur Operationalisierung wohnungszogener Assistenzsysteme als Informatikdiagnostika und -therapeutika angewendet werden kann.  **Therapeut und Akteur** zeigt

am Beispiel von *BASIS*, dass Gebäudeautomatisierung als Aktorikkomponenten in Assistenzsystemen genutzt oder Reha-Übungen technisch assistiert in die häusliche Umgebung integriert werden können.  **Sozialer Integrator** beleuchtet anhand eines systematischen Reviews von Nachbarschaftsdiensten diese Rolle und zeigt die beginnende Realisierung einer technisch unterstützten Wohn-Pflegegruppe.  **Präventionsinstrument** nutzt exemplarisch einen ballistokardiografischen Sensor zum Schlaf-Monitoring und zeigt Aspekte präventiver Maßnahmen, um das Gesundheitsmonitoring, die Induzierung von Verhaltensänderungen und weitere Anforderungen abzubilden.  **Pflegesystem** zeigt, dass gewerkeübergreifende technische Assistenzsysteme ohne Zusatzgeräte grundlegende Anwendungsfälle des betreuten Wohnens abbilden und Informationsgrundlage für die Unterstützung pflegender Angehöriger sein können.  **Gesundheitsmanager** bringt die Rollen zusammen und zeigt die Notwendigkeit einer “technischen Plattform Wohnung”.  **Forschungssystem** betrachtet die duale Beziehung des internalisierten Forschungsraums und externalisierten Forschungsgegenstands am Beispiel von fünf Demonstrator- und Laborinstallationen sowie übergeordneten Prozessen in der Erstellung des Integrierten Stadtentwicklungskonzeptes Braunschweig 2030.

Die Rollenhandlungen lassen sich aus den sechs Realisierungsprojekten in die  Wirkungsfelder Komfort & Sicherheit, umfassende Pflege und erweiterte medizinische Versorgung mit den  Methoden Infrastruktur, Dienstleistung und Netzwerk einteilen, eingefasst von den  Prinzipien Öffentlichkeit, Nachhaltigkeit und Wissenschaft. Diese drei Dimensionen bilden das Rahmenkonzept für die *Modellstadtinitiative Braunschweig: Vision Wohnen*²⁰³¹  als exemplarisches Integrationsszenario und Strategiedokument.

Fazit: Die Wohnung gibt Raum, handelt und verbindet. Sie schafft Beziehungen zwischen ärztlichen, pflegerischen und sozialen Akteuren inter- und multidisziplinärer Versorgungsprozesse mit dem Ziel eines mehrdimensionalen, ganzheitlichen Wohlbefindens. Sie ist transprofessionaler Akteur und Handlungsraum über die medizinische Domäne hinaus zur synergetischen Erfüllung von Zielen anderer Gewerke, wie der Energieoptimierung oder dem Gebäudeschutz.

Abstract









Background: Health-enabling Technologies (HET) and assistive devices, even without medical purpose, can profitably address age-independent well-being in terms of comfortable, safe and healthy living. The feasibility of individual, home-centred informatics diagnostics and therapeutics has been shown. The effect on individual diseases is apparent, but has not been confirmed by strong evidence. Inter-professional, home-centered applications of medicine, nursing care and social management, as required by patient-centred care, need a comprehensive description of the homes' role in these patient-centred health care processes in order to be effectively established.

The integration of homes in this holistic perspective is not described and the actors of the corresponding professions cannot utilize the homes' abilities in the development of care scenarios due to a lack of knowledge about socio-technical potentials of homes.

Objective of this dissertation is to provide a framework of methods, strategies and an exemplary integration scenario for integration of the home into healthcare processes and, in particular, to consider its function as a novel healthcare location.

Methods: The identification of possible roles is done through formal definition of a socio-technical role metamodel and its application to six healthcare structure and process models. Resulting role definitions are analysed for feasibility in homes and corresponding requirements are formulated. Possible implementation methods and approaches are derived by role from presented implementation projects. A methodological framework for an integration scenario as a strategic foundation for integration of homes is developed from the methods and approaches. Finally, its instantiation is shown.

Results: The OpenEHR problem-solving cycle, a metamodel for clinical guidelines, Bergmans' five processes, the structural model of sector-centred medical care, the Mintzberg Model and the health technology assessment groups were examined. The defined role model shows a binary construct of static, expectation-building norms and dynamic, function-oriented actions. The expectations of a role are result-oriented requirements of the roles' action, which are fulfilled by role assumption.

A total of eleven roles were identified:  **Measuring instrument** uses a domain-overlapping, quality-assured sensor infrastructure of the building automation system *BASIS* to collect apartment-related metrics on the basis of a standardised domain information model.  **Data store** shows the storage of complex medical data with a home-centered data warehouse, an ontology-based knowledge base and the standardized archive format HDF.  **Information source** illuminates the use-case-driven presentation of information in the light of ethical limits by a systematic review of AAL visualizations and corresponding prototypes for residents, physicians, nurses and technical staff.  **Decision support system** requires an integrated architecture with standardized fact-knowledge-bases, realized in the form of rules and methods to support the emergency rescue chain.  **Diagnostic instrument** shows exemplarily, how a stepwise illustration of existing procedures for the operationalization of home based assistance systems can be applied as informatics diagnostics and therapeutics.  **Therapist and actuator** shows - by example of *BASIS* - that building automation can be used as actuator components in assistance systems or that rehabilitation exercises can be technically assisted and integrated into home environments.  **Social integrator** highlights requirements by a systematic review of neighbourhood services and shows the beginning realisation of a technically supported flat-sharing community of the elderly.  **Prevention system** exemplarily uses a ballistocardiographic sensor for sleep monitoring and shows aspects of preventive measures to address health monitoring, the induction

of behaviour change and further requirements. 🛠️ **Nursing system** shows that multi-domain technical assistance systems without additional equipment can implement basic applications of assisted living institutions and can provide an information source to support caregiving relatives. ❤️🏠 **Carepath manager** integrates roles and shows the necessity of a “technical housing platform”. 🔍 **Research system** considers the dual relationship between the internalized research space and the externalized object of research, using the example of five demonstrator and laboratory installations and by the example of the authors contributions to the Integrated City Development Concept Braunschweig 2030.

The role activities can be divided from the six implementation projects into the three 🌱 application domains comfort & safety, comprehensive care and extended medical care, using the 🏗️ methods infrastructure, service and network, framed by three 🔄 principles openness, sustainability and science. These three dimensions form the conceptual framework for the *Modellstadtinitiative Braunschweig: Vision Wohnen*²⁰³¹ 🌈 as exemplary integration scenario and strategy document.

Conclusion: The home gives space, takes action and connects. It creates relationships between medical, nursing and social actors in interdisciplinary and multidisciplinary care processes with the aim of multidimensional, holistic well-being. It is a transprofessional actor and room for action beyond the healthcare domain to synergistically fulfill goals of other domains, such as energy optimization or building protection.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	III
Abstract	V
1. Einleitung	1
1.1. Motivation	1
1.2. Problemstellung	3
1.3. Zielsetzung	4
1.4. Aufgaben	4
1.5. Gliederung	4
2. Struktur transinstitutioneller medizinischer Versorgungsprozesse	7
2.1. Grundlagen medizinischer Versorgungsmodelle	7
2.1.1. OpenEHR Problemlösungszyklus	7
2.1.2. Klinische Leitlinien	9
2.1.3. Bürgerliche Perspektive nach Bergman	11
2.1.4. Sektorenzentrierte medizinische Versorgung	13
2.1.5. Mintzberg-Modell	14
2.1.6. Gesundheitstechnologiebewertung	15
2.2. Analysemethodik	16
2.2.1. Entwicklung eines Rollenbegriffes	16
2.2.2. Prozesse und Prozessbestandteile	19
2.2.3. Identifikation von Rollen in Prozessen	20
2.2.4. Übertragung ins häusliche Umfeld	21
2.3. Ergebnis	22
2.3.1. Rollen im OpenEHR Problemlösungszyklus	22
2.3.2. Rollen in klinischen Leitlinien	23
2.3.3. Rollen aus der bürgerlichen Perspektive nach Bergmann	24
2.3.4. Rollen in der sektorenzentrierten medizinischen Versorgung	26
2.3.5. Rollen im Mintzberg-Modell	28
2.3.6. Rollen in HTA-Gruppen	29
2.4. Zwischenfazit	30
2.4.1. Identifizierte Rollen	30
2.4.2. Systematisierung der Rollen	31
3. Analyse der Rollen	33
3.1. Methodik der Rollenanalyse	33
3.1.1. Rollenanalyse	33
3.1.2. Anforderungen der Rolle	33

3.1.3.	Realisierung der Anforderungen	34
3.1.4.	Diskussion der Realisierung der Rollenübernahme	34
3.1.5.	Einbindung in Versorgungsprozesse und Rollenverknüpfungen	34
3.2.	Ergebnisse der Rollenanalyse	35
3.2.1.	Die Wohnung als Messinstrument	35
3.2.2.	Die Wohnung als Datenspeicher	44
3.2.3.	Die Wohnung als Informationsquelle	53
3.2.4.	Die Wohnung als Entscheidungsunterstützungssystem	80
3.2.5.	Die Wohnung als diagnostisches Instrument	89
3.2.6.	Die Wohnung als Therapeut und Akteur	97
3.2.7.	Die Wohnung als sozialer Integrator	102
3.2.8.	Die Wohnung als Präventionsinstrument	114
3.2.9.	Die Wohnung als Pflegesystem	126
3.2.10.	Die Wohnung als Gesundheitsmanager	134
3.2.11.	Die Wohnung als Forschungssystem	141
3.3.	Zwischenfazit zur Rollenanalyse	154
4.	Realisierungsprojekte	155
4.1.	BASIS	155
4.1.1.	Hintergrund und Zielsetzung von BASIS	155
4.1.2.	Methodik und Systemübersicht	156
4.1.3.	Ergebnisse von BASIS	157
4.2.	MoCaB	165
4.2.1.	Hintergrund und Zielsetzung von MoCaB	166
4.2.2.	MoCaB CareWiki	166
4.2.3.	MoCaB App	166
4.2.4.	MoCaB Welt	169
4.3.	AGT Reha	179
4.4.	Gesundheitsdatenbank für Niedersachsen	179
4.4.1.	Hintergrund und Zielsetzung der GD Bank	180
4.4.2.	Architektur der GD Bank	180
4.4.3.	Kommunikationsprozesse	181
4.4.4.	Bedeutung für die Wohnung	185
4.5.	Rollende Arztpraxis	185
4.5.1.	Hintergrund und Zielsetzung der Rollenden Arztpraxis	185
4.5.2.	Kommunikation	186
4.5.3.	Evaluation	187
4.6.	Integriertes Stadtentwicklungskonzept Braunschweig 2030	189
4.7.	Zwischenfazit der Realisierungsprojekte	190
5.	Exemplarisches Integrationsszenario	191
5.1.	Methodik	191
5.1.1.	Entwicklung der Vision Wohnen	191

5.1.2.	Rahmenkonzept für die Modellstadtinitiative	192
5.1.3.	Übertragung in die Modellstadtinitiative	194
5.2.	Ergebnisse	195
5.2.1.	Vision Wohnen	196
5.2.2.	Projektrahmen der Modellstadtinitiative	200
5.2.3.	Modellstadtinitiative Braunschweig	201
6.	Diskussion	215
6.1.	Zielerreichung	215
6.1.1.	Teilziel 1: Analyse	215
6.1.2.	Teilziel 2: Lösungsstrategien	216
6.1.3.	Teilziel 3: Exemplarische Einbindung	216
6.2.	Wissenschaftlicher Beitrag	219
6.2.1.	... der Prozessanalyse	219
6.2.2.	... der Rollenanalyse	220
6.2.3.	... der Realisierungsprojekte	221
6.2.4.	... des Integrationsszenarios	223
6.3.	Ethische, rechtliche und soziale Implikationen	223
6.3.1.	Ethische Betrachtung	223
6.3.2.	Rechtliche Rahmenbedingungen	224
6.3.3.	Soziale Implikationen	226
6.4.	Grenzen	227
6.4.1.	... der Rollentheorie	227
6.4.2.	... der Realisierung	227
6.4.3.	... des Integrationsszenarios	227
7.	Schlussbetrachtung	229
7.1.	Fazit	229
7.2.	Ausblick	230
 Anhänge		
A.	Literatur	231
B.	Thesaurus	263
	263
C.	Partner und Akteure	277
C.1.	Nibelungen Wohnbau GmbH	277
C.2.	Städtisches Klinikum Braunschweig	277
C.3.	Gesundheitsamt Braunschweig	278
C.4.	Rettungsdienst Braunschweig	278
D.	ISEK BS 2030 Dokumente	279
D.1.	Sachstand: Gesundes Wohnen	279

D.2. Handlungsauftrag: Gesundes Wohnen	288
D.3. Maßnahmenblätter AG11	291
E. Studienplan AGT Reha P2	299
F. AGT Reha Softwarearchitektur	303
G. AGT Labor Bilder	305
H. MoCaB CareWiki Wissensressource	307
I. MoCaB Dialog-Wissenseinheit	311
J. BASIS AAL Anwendungsfälle	313
K. Studienplan ViWo Heart	317
Publikationen	327
Lebenslauf	331
Danksagung	333

Tabellenverzeichnis

2.1. Relevante Konzepte elektronischer Patientenakten für die prozessorientierte Betrachtung klinischer Leitlinien (Quelle: Übersetzung aus [94, S. 297])	10
2.2. Das Gesundheitsangebot nach Sektoren (Quelle: [102, S. 72])	13
3.1. Gegenüberstellung eingesetzter Methoden in MoCaB und BASIS zur Speicherung der Mess- und Metadaten (Quelle: eigene Zusammenstellung)	51
3.2. Nielsen-Shneiderman Heuristik nach Zhang et al. (übersetzt und zusammengefasst aus [201, S. 25f], in Anlehnung an [202,203])	57
3.3. Anforderungsbezogene Lösungsansätze zu AAL-Visualisierungen (erarbeitet in [199])	63
3.3. Anforderungsbezogene Lösungsansätze zu AAL-Visualisierungen (erarbeitet in [199])	64
3.4. Anwendungsfallbezogene Anforderungen an AAL-Visualisierungen (erarbeitet in [199])	65
3.4. Anwendungsfallbezogene Anforderungen an AAL-Visualisierungen (erarbeitet in [199])	66
3.5. Feedback des medizinischen Personals zu den AAL-Visualisierungen in den Bereichen E ffizienz, V erständlichkeit und Z ufriedenheit (erarbeitet in [199])	69
3.6. Feedback befragter älterer Personen zu den AAL-Visualisierungen in den Bereichen E ffizienz, V erständlichkeit und Z ufriedenheit (erarbeitet in [199])	70

Abbildungsverzeichnis

1.1. Kennzahlen zur Wohnsituation der Älteren.	2
2.1. OpenEHR Problemlösungszyklus. (Eigene Darstellung nach [81])	8
2.2. Möglicher Prozessfluss von Repräsentationsprimitiven klinischer Leitlinien. (Eigene Darstellung nach [96], S. 68)	11
2.3. Fünf Hauptprozesse der Gesundheitsversorgung nach Bergman. (Quelle: [83, S. i42])	11
2.4. Mintzberg Modell der „vier Welten“ im Management von Gesundheitsversorgung. (Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an [84, S. 60])	14
2.5. Metamodell für den Rollenbegriff. (Quelle: Eigene Darstellung)	19
2.6. Zusammenhang zwischen Prozess und Rolle. (Quelle: Eigene Darstellung)	21
2.7. Identifizierte Rollen der Wohnung in fünf Dimensionen patientenzentrierter Sichtweise. (Quelle: eigene Darstellung)	32
3.1. Schematische Darstellung der BASIS Hardwarearchitektur. (Quelle: eigene Darstellung, publiziert in [151])	39
3.2. Entity-Relationship Diagramm der nötigen Konzepte zur Beschreibung eines Busgerätes aus dem BASIS Projekt. (Quelle: [153], S. 24)	40
3.3. BASIS Objektmodell zur domänenübergreifenden Datenmodellierung auf Basis von HL7 FHIR. (Quelle: eigene Darstellung, publiziert in [151])	41
3.4. BASIS Komponentendiagramm der Datawarehouse Partition. (Quelle: eigene Darstellung)	48
3.5. Flussdiagramm zur Auswahl der Publikationen zu AAL-Visualisierungen. (Quelle: eigene Darstellung)	59
3.6. Spiral-, Raum/Zeit- und Balkendiagramme sowie HeatMaps aus dem Review zu AAL-Visualisierungen. (Quellen: A: [223], B: [224], C: [225], D: [226], E: [227], F: [228], G: [229], H: [73])	60
3.7. Visualisierungen nach Modell von Dunn, Greenberg oder Phelan (vgl. [11–13]). (Quellen: A: [230], B: [218], C: [232], D: [231])	62
3.8. Abstrakte und metaphorische AAL-Visualisierungen. (Quellen: A: [233], B: [234], C: [235])	63
3.9. AAL-Visualisierungen für medizinisches Personal. (Quelle: eigene Darstellung, erstellt in [199])	67
3.10. AAL-Visualisierungen für Bewohner. (Quelle: eigene Darstellung, erstellt in [199]) .	68
3.11. Konzeptzeichnungen der zentralen Bereiche in der MoCaB App. vlnr.: Tab Gesundheit, Tab myMoCab, Tab Wissensdatenbank (Quelle: eigene Darstellung)	72
3.12. Interaktion in myMoCaB mit Slide-Geste auf dem Profilbild (li) und geöffnetem Profil-Overlay (re) (Quelle: eigene Darstellung)	73

3.13. Kontextsensitive Aktionen für einen Eintrag in der MoCaB App (li), wie das Anlegen eines neuen Eintrages (mi) z.B. als Kommentar für das Pflagetagebuch (re). (Quelle: eigene Darstellung)	74
3.14. SCANTool zur Verwaltung und zum Monitoring des SmallCAN Bus im Projekt BASIS. (Quelle: eigene Screenshots von [248])	75
3.15. Links: Grafische Definition der Dokumentvorlage (GN-DTD, vgl. [250]) für die Einwilligungserklärung zum Dokumentenaustausch über die GD Bank. Mitte: Softwarekomponente zur Erstellung der Einwilligung. Rechts: Erzeugtes Einwilligungsformular. (Quelle: eigene Darstellungen und Screenshots, publiziert in [251])	76
3.16. Einwilligungsprozess mit Generierung der papierbasierten und elektronischen Einwilligungserklärung für die GD Bank. (Quelle: eigene Darstellung, publiziert in [251])	77
3.17. BASIS MLM Anbindung: Komponentendiagramm (li) und Sequenzdiagramm (re) (Quelle: eigene Darstellung)	84
3.18. Anforderungen für effiziente, strukturierte Notrufbearbeitung unter Einbeziehung neuer Gesundheitsdatenquellen (Quelle: eigene Darstellung aus [104])	87
3.19. Herzfrequenz im Schlaf in Schlägen pro Minute (“beats per minute”, BPM) eines jungen Erwachsenen (gesund, männlich, 22 Jahre, Quelle: eigene Darstellung von Daten der Nacht vom 28. Februar auf den 01. März 2019)	95
3.20. Radial-Plot der aktivierten Sensoren aus der GAL-NATARS-Studie. Konzentrische Ringe zeigen 24h aufeinanderfolgender Tage von innen nach außen. (Quelle: eigene Darstellung nach Daten aus [72])	96
3.21. Screenshot der Trainingsansicht des AGT Reha Anwendungssystems zum häuslichen Tele-Rehatraining. (Quelle: [300])	100
3.22. Flussdiagramm zur Auswahl der Publikationen zur sozialen Teilhabe und Nachbarschaftsdiensten. (Quelle: eigene Darstellung)	108
3.23. Das integrative Modell der Verhaltensprädiktion (Quelle: Darstellung aus dem engl. “The Integrative Model Of Behavioral Prediction”, vgl. [350, S. 23], Fig. 2.1) . . .	117
3.24. Konzeptionelle Architektur und Referenzimplementierung (Quelle: eigene Darstellung aus [362, S. 43])	122
3.25. Links: Wertschöpfungskette (Quelle: eigene Darstellung aus [362, S. 40]). Rechts: Zusammenspiel von online- und offline-Aktivitäten (Quelle: eigene Darstellung aus [362, S. 47])	123
3.26. Kontextdaten des Pflegeverlaufes am Beispiel von Kontakten in der MoCaB-App. vlnr.: Tab Organisation mit Kontaktbereichen, Bereich persönlicher Ansprechpartner mit Beispielkontakt, Bereich rechtliche Hilfe mit Beispielkontakt (Quelle: Screenshots der MoCaB-App, vgl. Abs. 4.2)	137
3.27. Rahmenprojekt R.23 “Gesund vernetzt” des integrierten Stadtentwicklungskonzeptes Braunschweig 2030, Teil “Wohnen mit Assistenzsystemen” (Quelle: eigene Texte, verfasst in [381, S. 159])	146
3.28. AGT Labor, Panorama aus dem Flur. (Quelle: eigene Aufnahmen)	147
3.29. AGT Labor, Panorama aus dem Wohn-Essbereich. (Quelle: eigene Aufnahmen) . .	147

3.30. GAL Natars Sensoren und Rechnersystem in Transportbox zur Installation in Probandenwohnung. (Quelle: eigene Aufnahmen der von Marschollek et al. zusammengestellten Box [72])	148
3.31. Innenansicht mit Sensoren und Geräte einer BASIS-Demonstratorwohnung. v.l.n.r.: Flur Ansicht mit Nachtluchtern, Einbauküche mit integrierter Sensorik und Aktorik (Licht, Herdabschaltung, Stromverbrauch, etc.), Sensor-Array an der Decke jedes Raums (PIR-Sensor, Helligkeitssensor, Temperatursensor, VOC-Sensor), Steckdosen (mess- und schaltbar) mit integriertem Busgerät in der Unterputzdose und Bus-Steckdose für externe Geräte, Nachtlucht, Bedienelement für die Heizungssteuerung, Busgeräte an der Wohnungstür mit Textdisplay, Wohnungswahlschalter und Lichtschalter. (Quelle: eigene Aufnahmen)	150
3.32. UML Sequenzdiagramm zum Beauftragen und Abarbeiten der Speicheranforderung eines BASIS Plugins (PSF) bei der BASIS Datawarehouse Partition (DWH). (Quelle: eigene Darstellung)	151
4.1. BASIS Building Manager Softwarearchitektur. Logisch getrennte Anwendungscontainer (Partitionen) aller Gewerke mit übergeordnetem energetischen Kombiregler zur Gesamtoptimierung. (Quelle: BASIS Projektdokumentation und [177])	156
4.2. fhIRBASIS DWH-Partition: Komponentendiagramm. (Quelle: eigene Darstellung, reduziert)	157
4.3. fhIRBASIS DWH-Partition: Die Thread -Klasse, als Unterbau für alle Klassen, zeigt den Ansatz für die Lastverteilung durch Nebenläufigkeit. (Quelle: eigene Darstellung)	158
4.4. fhIRBASIS DWH-Partition: FHIR-Element Klasse mit Kindklassen zur Modellierung der komplexen Datentypen in HL7 FHIR. (Quelle: Eigene Darstellung)	162
4.5. AGT Labor, Grundriss mit installierten Geräten aus der Konfigurationssoftware SCANTool [248]. (Quelle: eigene Darstellung)	164
4.6. MoCaB CareWiki. links: Frontend Ansicht mit Teil einer strukturierten Wissensressource im Thema “präventionsinhalte-psychisch”. rechts: Gleiche Wissensressource in der Bearbeitungsansicht mit strukturiertem Editor. (Quelle: Screenshots der eigenen Software)	167
4.7. Komponentendiagramm der MoCaB Serverkomponente, genannt „MoCaB Welt“. (Quelle: eigene Darstellung)	170
4.8. API Dokumentation und Viewer der „MoCaB Welt“. (Quelle: eigene Darstellung) .	173
4.9. MoCaB Welt. Links: Landing-Page. Mitte: Verfügbare Modelle und Schemata als auflösbare URI für den direkten Import in Ontologie-Software und Reasoner. Rechts: API-Editor zur interaktiven Entwicklung der MoCaB-API. (Quelle: eigene Darstellungen)	175
4.10. Detailansicht der Inferenz-API der “MoCaB Welt”. Dokumentiert sind Endpunkt für die Auflistung der Reasoner und deren Abfrage, sowie generalisierte Endpunkte für (inverse) Rollenabfragen. (Quelle: eigene Darstellung)	178

4.11. Komponentenübersicht der Gesundheitsdatenbank für Niedersachsen (GD Bank) mit Local Nodes (orange), Community Node (blau), Application Nodes (grün). Zentrale Dienste der GD Bank sind rot unterlegt. (Quelle: Eigene Darstellung, publiziert in [249])	181
4.12. GD Bank: Gesamtprozess des IHE XDS Document Sharing in der Gesundheitsdatenbank für Niedersachsen. (Quelle: eigene Darstellung, publiziert in [249])	182
4.13. GD Bank DocNet: Gesamtprozess des IHE XDS Document Sharing im GDB DocNet niedergelassener Ärzte der Gesundheitsdatenbank für Niedersachsen. (Quelle: eigene Darstellung)	183
4.14. GD Bank DocNet: Gerichtete Arztkommunikation zwischen niedergelassenen Ärzten mit dem IHE XDR Profil in der Gesundheitsdatenbank für Niedersachsen. (Quelle: eigene Darstellung)	184
4.15. GD Bank DocNet: Komponenten für die Bereitstellung der Befundkommunikation zwischen niedergelassenen Ärzten und der Rollenden Arztpraxis unter Verwendung von IHE XDR in der Gesundheitsdatenbank für Niedersachsen. (Quelle: Eigene Darstellung)	186
4.16. Ergebnisse der Evaluation der Rollende Arztpraxis: Vorbefragung der Hausärzte (n=70) zur Eignung des Marktplatzmodells. (Quelle: Eigene Darstellung aus dem Abschlussbericht [399])	187
4.17. Ergebnisse der Evaluation der Rollende Arztpraxis: Zufriedenheit mit dem Besuch bei der Rollenden Arztpraxis. (Quelle: Eigene Darstellung aus dem Abschlussbericht [399])	188
4.18. Ergebnisse der Evaluation der Rollende Arztpraxis: Verlauf der Patientenzahlen vom 06.08.2013 bis 29.09.2014 in den Standorten Flöthe, Cramme, Winnigstedt, Dahlum, Roklum, Hedeper und Burgdorf von insgesamt 501 Patientenkontakten. (Quelle: Eigene Darstellung aus dem Abschlussbericht [399])	188
5.1. Kernelemente der Vision Wohnen ²⁰³¹ (Quelle: eigene Darstellung)	192
5.2. Ebenen des Projektrahmes der Modellstadtinitiative Braunschweig: Vision Wohnen ²⁰³¹ (Quelle: eigene Darstellung)	194
5.3. Logo der Modellstadtinitiative Braunschweig: Vision Wohnen ²⁰³¹ (Quelle: eigene Darstellung)	195
5.4. Ausschnitt aus der Roadmap der Modellstadtinitiative: Vision Wohnen ²⁰³¹ . Dargestellt sind Projekte über die Zeit mit ihrem Namen und einer Kurzbeschreibung (vorne), den primären Inhalten (oben, weiß auf rot) sowie den maßgeblichen Projektpartnern (rechts). (Quelle: eigene Darstellung)	195
5.5. Vision Wohnen ²⁰³¹ - Seite 1 (Quelle: eigene Arbeit)	196
5.9. Projektrahmen für die Modellstadtinitiative (Quelle: eigene Arbeit)	200
5.10. Modellstadtinitiative Braunschweig: Vision Wohnen ²⁰³¹ - Seite 1 (Quelle: eigene Arbeit)	201
6.1. Bearbeitungsprozess der Dissertation über die in den Teilzielen definierten Analysen hin zu einem konzeptuellen Rahmen in Form der Vision Wohnen. (Quelle: eigene Darstellung)	217

D.1. Sachstand: Gesundes Wohnen. Erarbeitet für die ISEK Braunschweig 2030 Arbeitsgruppe 11: Gesundheit - Seite 1 (Quelle: eigener Text)	280
D.9. Handlungsauftrag: gesundes Wohnen. Erarbeitet für die ISEK Braunschweig 2030 Arbeitsgruppe 11: Gesundheit - Seite 1 (Quelle: eigener Text)	289
D.11. Maßnahmenblatt: Ausstattung von Wohnungen mit Assistenzsystemen am Alsterplatz. Erarbeitet für die ISEK Braunschweig 2030 Arbeitsgruppe 11: Gesundheit (Quelle: eigene Inhalte nach Vorlage des Planungsbüros)	292
D.12. Maßnahmenblatt: Schaffung eines Forschungsregisters. Erarbeitet für die ISEK Braunschweig 2030 Arbeitsgruppe 11: Gesundheit (Quelle: eigene Inhalte nach Vorlage des Planungsbüros)	293
D.13. Maßnahmenblatt: Digitalisierung der Patientenverfügung als Handlungsgrundlage für die Gesundheitsversorger. Erarbeitet für die ISEK Braunschweig 2030 Arbeitsgruppe 11: Gesundheit (Quelle: eigene Inhalte nach Vorlage des Planungsbüros)	294
D.14. Maßnahmenblatt: Patienten-App & Einweiser-Tool der Krankenhäuser. Erarbeitet für die ISEK Braunschweig 2030 Arbeitsgruppe 11: Gesundheit (Quelle: eigene Inhalte nach Vorlage des Planungsbüros)	295
D.15. Maßnahmenblatt: eHealth. Braunschweig Neuintiierung des Beirates. Erarbeitet für die ISEK Braunschweig 2030 Arbeitsgruppe 11: Gesundheit (Quelle: eigene Inhalte nach Vorlage des Planungsbüros)	296
D.16. Maßnahmenblatt: Schaffung der Gesundheitsdatenbank. Erarbeitet für die ISEK Braunschweig 2030 Arbeitsgruppe 11: Gesundheit (Quelle: eigene Inhalte nach Vorlage des Planungsbüros)	297
E.1. Studienplan mit Studiensynopse der AGT Reha P2 Machbarkeitsstudie (Seite 1). (Quelle: Studienplan, unveröffentlicht)	299
F.1. AGT Reha Version 3: Sequenz- und Komponentendiagramm des Gesamtablaufes eines Trainingsdurchganges. (Quelle: eigene Darstellung)	303
F.2. AGT Reha Version 3: Statechart der SceneView. (Quelle: eigene Darstellung)	304
F.3. AGT Reha Version 3: Klassendiagramm. (Quelle: eigene Darstellung)	304
G.1. AGT Labor Grundriss (Quelle: Eigene Darstellung)	305
G.2. AGT Labor Bus System. <i>v.l.n.r.</i> : Bus- und Stromverkabelung mit günstiger J-Y(ST)Y 2×2×0.6 Leitung, flexible Bus-Topologie, Steckdose mit Busgerät (hier aktives elektrisches Relais mit Strommesser), Schaltschrank mit BASIS Komponenten (hier Netzteil, Building Manager, Smartmeter, verschleisfreies Starkstromrelais für den Herd) und konventionellen Sicherungsautomaten (Quelle: Eigene Darstellung)	305
G.3. Im AGT Labor verbaute Bus-Geräte. <i>v.l.n.r.</i> : Tablet mit interaktivem Grundriss und Übersicht aller Geräte; Blick ins Bad mit Nachtlicht am Eingang; Gong, Text-Display, Zustandswahlschalter und Lichttaster an der Eingangstür (Quelle: Eigene Darstellung)	306
H.1. Vollständig gerenderte Wissensressource aus dem CareWiki mit Struktur nach dem spezifizierten Metamodell. (Quelle: Screenshot aus der eigenen Anwendung)	310

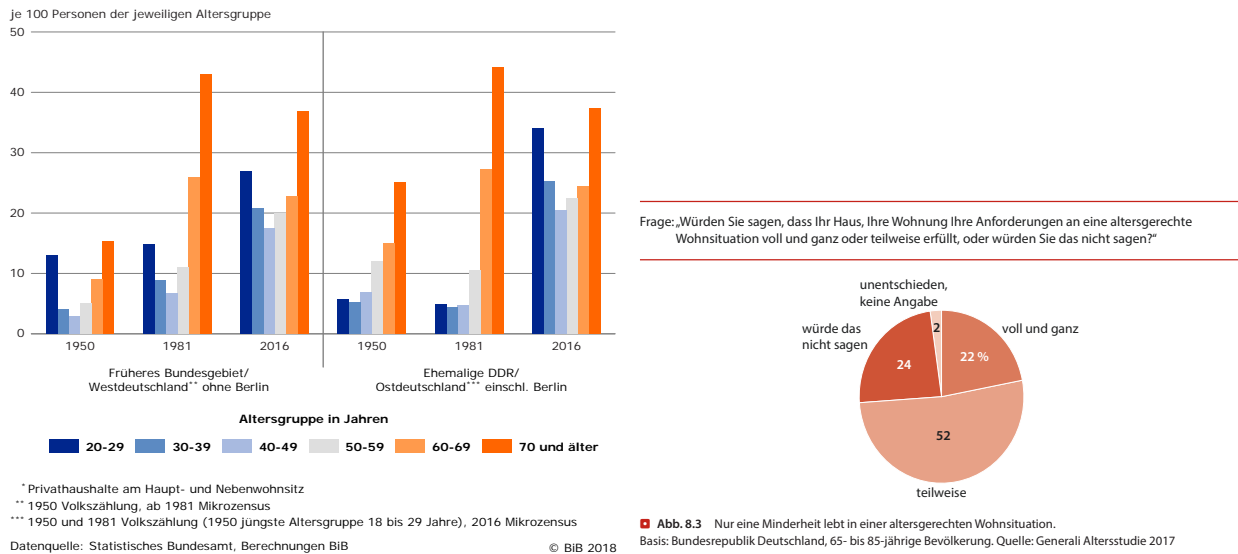
J.1. BASIS Anwendungsfall “Ambiente Ganganalyse”.(Quelle: Eigene Darstellung) . . .	313
J.2. BASIS Anwendungsfall “Herdabschaltung”.(Quelle: Eigene Darstellung)	314
J.3. BASIS Anwendungsfall “Nachtlissteuerung”.(Quelle: Eigene Darstellung)	314
J.4. BASIS Anwendungsfall “Häusliche Reha Therapie”.(Quelle: Eigene Darstellung) . .	315
J.5. BASIS Anwendungsfall “Schmerzscoring” als Beispiel für eine Fragebogenanwen- dung.(Quelle: Eigene Darstellung)	315
J.6. BASIS Anwendungsfall “Verhaltensanalyse”.(Quelle: Eigene Darstellung)	316
K.1. Studienplan ViWo Heart Studie (Kurzfassung), Seite 1 (Quelle: eigene Arbeit) . .	318

1 Einleitung

1.1. Motivation

Die Lebensumstände aller Altersgruppen in Bezug auf die Wohnsituation sind im Wandel. Die Zahl der Einpersonenhaushalte steigt im niedersächsischen und bundesdeutschen Vergleich an (siehe Abb. 1.1). So lebte in Niedersachsen 2017 ca. jeder fünfte allein, was einer Rate von 40% aller Haushalte entspricht [1]. Insgesamt waren allein in Niedersachsen über 560.000 allein lebende Personen über 65 Jahre alt [2]. Insbesondere im Lichte der Selbsteinschätzung der eigenen Wohnsituation dieser Altersgruppe ist das bemerkenswert. Demnach halten drei viertel der 65 bis 85-jährigen ihre Wohnung für nicht ihren altersbedingten Anforderungen entsprechend ausgestattet. Gleichwohl leben nur 2% in Einrichtungen des betreuten Wohnens und nur 5% in Pflegeheimen [3]. Dieser Wunsch nach Altern in den eigenen vier Wänden (engl. “ageing-in-place”) resultiert in einer großen Zahl häuslich versorgter Pflegebedürftige. Von bundesweit ca. 3,5 Millionen Pflegebedürftigen werden 76% zuhause versorgt [4]. Dies umfasst dabei nur die Empfänger von Leistungen im Sinne des SGB XI. Die tatsächliche Zahl ist nach Expertenmeinung mindestens doppelt so hoch. Auch ohne formal attestierten Pflegegrad zeigt sich der bestehende Hilfebedarf. So benötigten in den letzten sieben Tagen je nach Alter ca. 20% der Älteren eine Form von Unterstützung zuhause. In Mehrpersonenhaushalten sind dies in jüngeren Altersgruppen noch die Ehepartner. Später übernehmen in der Regel die Kinder, die jedoch nicht immer vor Ort sind [5, S. 240]. Wenngleich hier bezogen auf die Älteren, betrifft der Hilfebedarf und das Unterstützungspotential alle Lebensphasen, seien es junge Menschen im Bereich Fitness, Selbstoptimierung oder Prävention, ältere Menschen mit dem angesprochenen ageing-in-place oder Sterbende im Bereich Palliativpflege [6].

Eine mögliche Unterstützung sind häusliche (ambiente) assistierende Gesundheitstechnologien (AGT), welche allgemeiner und ohne spezifischen Gesundheitsbezug auch als “technische Assistenzsysteme” bezeichnet werden [5, S. 250ff]. Sie ermöglichen es hierbei nicht nur Fragen des sicheren und selbstbestimmten Alterns in der eigenen Wohnung zu beantworten [8–10] sondern adressieren die altersunabhängige Anforderung nach Zufriedenheit und Wohlbefinden. Über die Abwesenheit von Krankheit hinaus setzt sich dieses Wohlbefinden (in der Originalliteratur “well-being”) je nach Quelle aus drei bis sieben Dimensionen zusammen. Dazu gehören physische, funktionale, mentale, seelische, soziale, emotionale und spirituelle Gesundheit [11–13]. Alle Dimensionen bilden einen Zustand des Wohlbefindens, der insbesondere auch von der (häuslichen) Umgebung beeinflusst wird. So können AGT im häuslichen Umfeld sog. “Ambient Assisted Living”-Anwendungen (AAL) ermöglichen und die Lebensqualität steigern [14,15], die medizinische Versorgung potentiell kosteneffizienter gestalten [16–18] oder die Durchführung klinischer Studien durch Reduktion der nötigen Fallzahl unterstützen [19]. Ferner adressieren sie soziale Aspekte. Es zeigt sich ein signifikant positiver Zusammenhang von Nachbarschaftsbeziehungen und mentaler Gesundheit [20]. Die Faktoren für die Akzeptanz von technischen Assistenzsystemen sind dabei vielfältig und Äl-



(a) Anteil der in Einpersonenhaushalten lebenden nach Altersgruppe in West- und Ostdeutschland, 1950, 1981 und 2016 (Quelle: Statistisches Bundesamt, [7])

(b) Einschätzung zur altersgerechten Wohnsituation der 65- bis 85-jährigen deutschen Bevölkerung (Quelle: Generali Altersstudie, [3, S. 206])

Abbildung 1.1.: Kennzahlen zur Wohnsituation der Älteren.

teren wird eine Technikbereitschaft gemeinhin abgeschrieben, was sich in Realität nicht zeigt [21]. Insbesondere wenn ein konkreter Bedarf besteht, wird ein Einsatz positiv gesehen [22].

Der medizinische Nutzen ambienter AGT ist bisher nur episodisch beschrieben. In Abgrenzung zu häuslich eingesetzten, jedoch nicht fest verbauten und damit mobilen AGT, wie man sie im Bereich des “telehealth” oder “telecare” [23] teilweise für spezielle Krankheitsbilder findet [24–30], gibt es keine Studien mit hohen Evidenzanforderungen - hier u.a. nach den Cochrane Richtlinien - zur Wirksamkeit von SmartHome-Technologien in der Medizin [31,32]. Bisher sind ausschließlich Case-Reports oder Studien zur technischen Machbarkeit publiziert. So identifizieren Gokalp et al. 67 Arbeiten, die 25 distinkte Systeme in entsprechender Phase beschreiben [33]. Selbst für Spezialfälle, hier reduziert auf das Krankheitsbild Demenz, finden sich nur wenige Arbeiten oder lediglich theoretische Beschreibungen [34,35]. Hinzu kommen Untersuchungen von einzelnen Geräten oder Komponenten [36]. Weiche Faktoren, wie soziale Integration oder Isolationsprävention sind gar nicht Ziel von konkreten Assistenzsystemen [37].

Die Anforderungen an entsprechende AGT sind aus bestimmten Perspektiven bereits definiert [38]. So müssen klinische Informationen in neue Behandlungsmodelle und Versorgungspfade - auch bei Integration der Häuslichkeit - mit einfließen. Die Finanzierungs- und Anreizsysteme müssen das ebenso abbilden [39], wie auch die Schnittstellen der Beteiligten in den Versorgungsprozessen [40]. Es existiert die Forderung nach Standardisierung und Interoperabilität [41, S. 166,42, S. 63,5, S. 254] sowie “Ganzheitliche[n] Konzepte[n] altersgerechten Wohnens” [5, S. 254].

“Technische Assistenzsysteme sollen für alle Bevölkerungsgruppen zugänglich sein. Einheitliche technische Standards müssen geschaffen werden. Technische Assistenzsysteme sollen in das Leistungsrecht der Kranken- und Pflegekassen aufgenommen werden.” [5, S. 292]

Im Lichte dieser Forderung aus dem “Siebte[n] Bericht zur Lage der älteren Generation in der Bundesrepublik Deutschland” und sich entwickelnder medizinischer Versorgungsprozesse ist die Wohnung als neuartiger Gesundheitsstandort und diagnostischer und therapeutischer Raum von zunehmender Bedeutung [43,44].

Die technische Grundlage dieses Ansatzes findet sich unter Begriffen, wie “Smart Home”, “Ambient Assisted Living” oder “Gebäudeautomatisierung”. Ein Großteil der Systeme setzt dabei entweder auf eigene Entwicklungen [45,46] mit ein oder zwei Installationen in Form eines Demonstrators [30,46–66]. Die konkrete Adressierung medizinischer Fragestellungen wird, betrachtet man die Größe des Forschungsfeldes, nur selten in den Vordergrund gestellt [52,56,61,67–72]. Dabei sind Installationen mit einer Fallzahl über zehn die Ausnahme [16,68,71–74] und reduziert sich noch mehr, wenn man ausschließlich fest verbaute Technologie betrachtet [71,73], welche beispielsweise auf Basis eines Bus-Systems realisiert sind. Integrative Ansätze existieren zumeist auf Software-Ebene als sog. “Middlewares”, welche die Drittgeräte verschiedener Hersteller versuchen anzubinden [75–77]. Die Einbindung von Geräten, Anwendungsfällen oder Domänenwissen anderer Professionen (im Gebäudemanagement auch “Gewerke”) findet in der wissenschaftlichen Literatur kaum statt [59,78], wird jedoch von wirtschaftlicher Seite des Wohnbaus - hier des GdW (Bundesverband deutscher Wohnungs- und Immobilienunternehmen) [41] - oder seitens technischer Verbände - hier des VDE (Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik) [42] - thematisiert und in Projekten untersucht.

1.2. Problemstellung

Die Wohnung scheint eine informelle Rolle in der medizinischen Versorgung einzunehmen oder einnehmen zu können. Die technischen Rahmenbedingungen scheinen gegeben, um Versorgungsprozesse auf die Wohnung auszuweiten oder sie als sozi-technischen Akteur mit einzubinden. Die gezeigte Evidenz liegt hier jedoch zumeist auf dem Level von Fallberichten und Demonstratoren. Der Aufbau von nachhaltigen Infrastrukturen zur breiten, evidenzbasierten Definition der Rolle der Wohnung in medizinischen Versorgungsprozessen hängt am Nachweis des Nutzens, der wiederum ohne diese Infrastrukturen nicht gelingen kann.

Ferner ist es unklar, wie sich diese Rolle - oder in Anbetracht der verschiedenen Anwendungsfälle, diese Rollen - der Wohnung genau definieren und strukturieren lassen. Wenngleich einzelne Anforderungen an bestimmte Anwendungsfälle definiert sind, fehlt ein Gesamtbild der Wohnung als Gesundheitsstandort, eingebunden in patientenzentrierte Versorgungsprozesse. Insbesondere die patientenzentrierte Sichtweise fordert hier die Hinzunahme von Prozessen über die medizinische Domäne hinaus, hinein in die ambulante Pflege oder soziale Teilhabe. Die Einbindung der Wohnung in dieser gesamtheitlichen Perspektive ist nicht beschrieben und die Akteure der entsprechenden Professionen können, aufgrund fehlenden Wissens über sozio-technische Potentiale der Wohnung, nicht auf ihre Fähigkeiten zurückgreifen. Das Fazit aus 14 Fallstudien des GdW ist ein offenbar hoher Nutzen für die Bewohner, allerdings würden “die potenziellen Nutzer – seien es Wohnungsunternehmen oder die Mieter selbst – diese Systeme nicht genau genug kennen und ihren Nutzen nicht einschätzen können” [41, S. 163].

1.3. Zielsetzung

Ziel der Dissertation ist es, einen konzeptuellen Rahmen zur Einbindung der Wohnung in medizinische Versorgungsprozesse zu geben und dabei insbesondere ihre Funktion als neuartigen Gesundheitsstandort zu betrachten.

Teilziel 1 ist die Analyse der verschiedenen Rollen der Wohnung in medizinischen Versorgungsprozessen.

Teilziel 2 ist die Beschreibung von Lösungsstrategien zur Erfüllung der Anforderungen der identifizierten Rollen.

Teilziel 3 ist die exemplarische Einbindung der Wohnung in Versorgungsprozesse.

1.4. Aufgaben

Die Bearbeitung des Gesamtziels entlang der Teilziele erfolgt durch die Adressierung der folgenden Aufgaben.

zu Teilziel 1

- *A1.1:* Analyse transinstitutioneller medizinischer Versorgungsmodelle aus Sicht der Wohnung
- *A1.2:* Identifizierung und Systematisierung der möglichen Rollen der Wohnung
- *A1.3:* Erarbeitung von Anforderungen an die Wohnung in ihren Rollen

zu Teilziel 2

- *A2.1:* Erarbeitung/Recherche von Methoden zur Erfüllung der Anforderungen
- *A2.2:* Erarbeitung/Recherche von Methoden zur Einbindung in Prozesse
- *A2.3:* Evaluation anhand ausgewählter Projekte

zu Teilziel 3

- *A3.1:* Definition eines Integrationsszenarios
- *A3.2:* Beschreibung der konkreten Rollen der Wohnung innerhalb des Szenarios
- *A3.3:* Implementierung des Prozesses

1.5. Gliederung

Der grundlegende Aufbau der Arbeit orientiert sich an den Zielen und den daraus abgeleiteten Aufgaben. Sie bilden die vier inhaltlichen Hauptkapitel der Arbeit. Hinzu kommen die Rahmenkapitel zur Planung, Bewertung und für Zusatzinformationen, wie *Einleitung*, *Diskussion*, *Schlussbetrachtung* und der *Anhang*. Die Struktur erster Ebene zeigt die nachfolgende Abbildung.




... enthält die 5-Stufen-Methode [79, S. 61–3] für die vorliegende Arbeit zur Vorgehensplanung.

... befasst sich mit der Analyse der Versorgungsstruktur- und -prozessmodelle (A1.1) unter Anwendung des zuvor entwickelten sozio-technischen Rollenmetamodells. Das Kapitel gibt außerdem eine erste Strukturierung der gefundenen Rollen (A1.2).

... enthält die Methodik und Anwendung der Rollenanalyse auf die zuvor extrahierten Rollen aus der Modellbetrachtung. Hier werden rollenspezifische Anforderungen formuliert (A1.3), die Realisierung der Anforderungen an Beispielen aus den Realisierungsprojekten beschrieben (A2.1 und A2.3) sowie die Rollenverknüpfungen dargestellt (A2.2).

... beschreibt die Projekte unter Mitwirkung des Autors, die für die Dissertation relevant sind. Die Darlegung erfolgt aus Projektperspektive und fügt den Inhalten der Realisierungsabschnitte der Rollenanalyse weitere Hintergrundinformationen hinzu (A2.3), um das Projekt als solches erkennbar zu machen.

... führt die Einzelaspekte der Rollenanalyse und Realisierungsprojekte in ein verständliches Narrativ zur Steuerung von Projektbestrebungen bezüglich der Integration der Wohnung in die medizinische Versorgung zusammen. Hierfür wird ein Konzeptrahmen erarbeitet (A3.1), mit den Inhalten der Realisierungsprojekte gefüllt (A3.2) und in Form der *Modellstadtinitiative Braunschweig: Vision Wohnen*²⁰³¹  instanziiert (A3.3).

... ordnet die Ergebnisse wissenschaftlich und zielbezogen ein.

... zieht ein Fazit und gibt einen Ausblick.

... fügt einen Thesaurus mit relevanten Begriffen dieser Arbeit sowie zusätzliche Dokumente, Code-Listungen und Bilder hinzu.

Hinweise zur Lektüre: Für eine konsekutive Entwicklung der Inhalte dieser Arbeit empfiehlt sich die Lektüre in Reihenfolge der Kapitel. Für eine retrospektive, ergebnisorientierte Perspektive auf den Bearbeitungsprozess kann mit der Diskussion, insbesondere Abs. 6.1 und Abb. 6.1 begonnen werden. Die Rollenkapitel 3.2.1 bis 3.2.11 sind auch unabhängig voneinander und einzeln lesbar, wenn die theoretische Herleitung der Rollen aus Kapitel 2 von nachgelagertem Interesse ist. Den besten Blick auf bearbeitete Projekte liefert Kapitel 4, wenngleich hier Rückgriffe und Verweise in Kapitel 3 und damit rekursiv auch in Kapitel 2 erfolgen.

2 Struktur transinstitutioneller medizinischer Versorgungsprozesse

2.1. Grundlagen medizinischer Versorgungsmodelle

Das folgende Kapitel beschreibt verschiedene Modelle medizinischer Versorgungsprozesse. Als Prozess wird im Rahmen dieser Arbeit die „Menge von zielgerichteten Aktivitäten, die in einem logischen und zeitlichen Zusammenhang stehen und in ihrer Gesamtheit zur Erfüllung einer Aufgabe beitragen“ [79, S. 291] verstanden. Die abstrahierten Konzepte der Prozesse bilden die zu analysierenden Prozessmodelle. Da die Betrachtung identifizierter Rollen der Wohnung auf der Prozessanalyse basiert, erfolgt die breite Einbeziehung entsprechender Prozessmodelle. Neben der o.g. Definition liegt der Fokus sowohl auf dezidierten Modellen z.B. der stationären Versorgung als auch auf transinstitutionellen Modellen der Gesundheitsversorgung z.B. bezogen auf das komplette Gesundheitssystem in Deutschland. Darüber hinaus folgt die Darstellung rein struktureller, statischer Zusammenhängen aus der Tatsache, dass ein System von Akteuren immer als Prozess betrachtet werden kann [80].

Dem Ansatz folgend fließen eine Reihe grundlegender Modelle in die Überlegungen ein. Der Problemlösungszyklus von OpenEHR [81] bildet die Basis für den OpenEHR Standard und repräsentiert primär den stationären medizinischen Versorgungsprozess. Den gleichen Fokus haben Referenzmodelle zu klinischen Leitlinien (engl. „Clinical Practice Guidelines“, CPG, [82]), welche direkt einen klinischen Behandlungsprozess repräsentieren. Weitere relevante Modelle sind die bürgerliche Perspektive nach Bergmann [83] sowie das Mintzberg-Modell [84,85]. Einen statischen Blick auf die Konzepte und Akteure medizinischer Versorgungsprozesse werfen die sektorzentrierte medizinische Versorgung [86] und die Grundlagen der Gesundheitstechnologiebewertung (engl. „Health Technology Assessment“, HTA, [87]).

Im Folgenden werden diese Modelle dargestellt.

2.1.1. OpenEHR Problemlösungszyklus

Aus der prozeduralen Betrachtung medizinischer Versorgung erwächst die Notwendigkeit angemessener Dokumentation, um Entscheidungen nachzuvollziehen und den zukünftigen Prozessfluss zu stützen. Die klinischen Informationen, welche im Rahmen des medizinischen Versorgungsprozess bearbeitet und interpretiert werden, lassen sich durch ein Domäneninformationsmodell (DIM) beschreiben. Die Standardisierung dieses DIM ermöglicht eine einrichtungsunabhängige, standardisierte, elektronische Patientenakte. OpenEHR [81] ist ein Standard zur Strukturierung und Handhabung einer solchen standardisierten, elektronischen Patientenakte. Die offene Spezifikation gliedert sich dabei in verschiedene Teile mit zunehmender Integrationstiefe. Die Basis bildet die

strukturierte Beschreibung globaler Konzepte und Datentypen, das sog. OpenEHR Referenzmodell (RM). Hieraus werden klinische Konzepte konkreter Anwendungsfälle als sogenannte *Archetypen* modelliert, welche wiederum als Grundlage für eine Suchschnittstelle, die Terminologiebindung und medizinische Dokumente dienen.

Klinische Aussagen innerhalb des Versorgungsprozesses spiegeln sich in Einträgen medizinischer Dokumente wieder. Sie werden bei OpenEHR als *Entry* bezeichnet und stammen von einer der vier Basisklassen Beobachtung (engl. „Observation“), Bewertung (engl. „Evaluation“), Anweisung (engl. „Instruction“) und Handlung (engl. „Action“) ab. Hieraus bildet sich der medizinische Behandlungsprozess des OpenEHR Standards. Im typischen Problemlösungszyklus wird eine Beobachtung erhoben und anschließend ausgewertet, damit in Anweisungen zur Veränderung der Ausgangslage übersetzt, welche abschließend im Rahmen von Handlungen ausgeführt und durch neue Beobachtungen kontrolliert werden. Dieser Kreislauf baut auf den grundlegenden Anforderungen an Patientenakten, beschrieben von Rector, Nolan und Kay in [88], auf und folgt im wesentlichen dem hypothetisch-deduktiven Denken (engl. „hypothetico-deductive reasoning“), beschrieben von Elstein und Lawson in [89] und [90]. Eine vereinfachte Version des Prozesses zeigt Abb. 2.1.

Zusätzlich zu den inhaltlichen Konzepten definiert OpenEHR einen administrativen Rahmen, in dem der Prozess stattfindet. Dieser *Administrative Entry* ist zwar nicht als Aktivität des Prozessmodells zu verstehen, jedoch als Metainformation zu den anderen *Entry*-Klassen relevant.

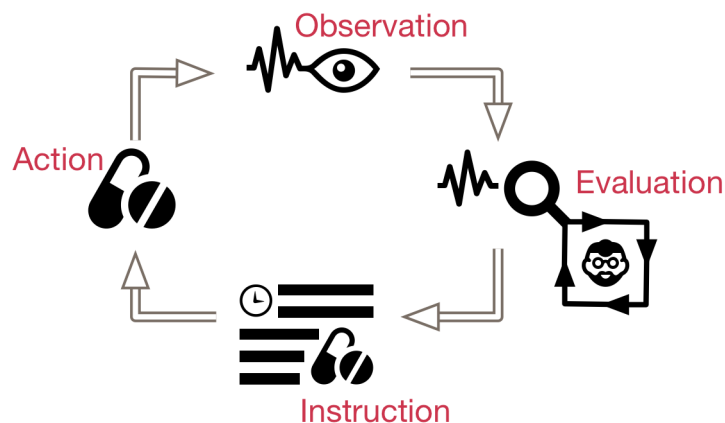


Abbildung 2.1.: OpenEHR Problemlösungszyklus. (Eigene Darstellung nach [81])

2.1.1.1. Beobachtung

Die Beobachtung (engl. „Observation“) definiert den Beginn des Prozesses und bildet die Grundlage für die nachfolgenden Schritte. Im Kontext der elektronischen Patientenakten werden zwei Ebenen unterschieden [88]. Direkte Beobachtungen betreffen Attribute von Entitäten, also identifizierbare Dinge [91,92], die durch ein Verfahren quantifiziert oder beschrieben werden. Relevant ist die konkrete Ausprägung in direktem Bezug auf das zu beobachtende Konzept. Metabeobachtungen treffen Aussagen über diese direkten Beobachtungen und beschreiben z.B. ihr Zustandekommen, ihre Qualität oder ihre Authentizität.

2.1.1.2. Bewertung

Die Bewertung der vorangegangenen Beobachtungen erfolgt im OpenEHR Referenzprozess durch die Meinungsbildung eines Experten. Sie spiegelt damit teilweise die Hypothese in der Prozessvorlage des hypothetisch-deduktiven Denkens wieder. Die Kontextualisierung in die medizinische Behandlung erfolgt durch Vorgabe der möglichen Vorgehensweise. So kann die Evaluation beobachtungs-basiert durch Ausführen eines Assessments erfolgen oder bereits interventionsbasiert konkrete Behandlungsmaßnahmen zum Erreichen des Ziels anordnen. Die Evaluation hat dabei eine objektive und subjektive Komponente. Sie basiert auf den entsprechenden Rahmenparametern, wie der öffentlich bekannten Evidenz oder persönlichen Erfahrungen und persönlichem Wissen.

2.1.1.3. Anweisung

Die Anweisung (engl. "Instruction") beschreibt konkrete Handlungsanweisungen zur Durchführung einer Intervention. Dieses Konzept ist, wie die Beobachtung, nicht auf menschliche Handlungsträger beschränkt, sondern kann ebenso technische Anweisungen umfassen. Erfolgt die Evaluation beobachtungs-zentriert, beeinhaltet die Instruktionen z.B. die Erhebung weiterer Beobachtungen.

2.1.1.4. Handlung

Die eigentlichen Aktivitäten zur Durchführung der spezifizierten Instruktionen werden als Handlungen (engl. „Action“) bezeichnet. Wie auch die restlichen Klassen, ist die Handlung sozio-technisch geprägt und kann manuell oder systemisch erfüllt werden. Im Sinne der zyklischen Bearbeitung erzeugen Handlungen zwangsläufig neue Beobachtungen, deren Auswertung - im Falle des medizinischen Behandlungsprozesses - jedoch zum Abschluss oder Abbruch der Behandlung führen können.

2.1.2. Klinische Leitlinien

Die formale Gestaltung medizinischer Behandlungsprozesse findet sich in klinischen Leitlinien (engl. „Clinical Practice Guidelines“, CPG, [82]) wieder. Diese systematische Beschreibung empfohlener Verfahrensweisen für konkrete Behandlungsprozesse führt zu einer Reduktion interprozeduraler Varianz zur Verbesserung der Versorgungsqualität [93]. Da CPG inhärent an Prozesse geknüpft sind, bilden sie durch ihre Semantik den medizinischen Behandlungsprozess ab und sind in dieser Betrachtung relevant.

Grundlage jeder prozessorientierten Entscheidung sind die Informationen in der Patientenakte. Zur automatisierten Verarbeitung innerhalb von klinischen Entscheidungsunterstützungssystemen sind die abgebildeten Konzepte also eine semantische Sicht auf den Prozess und spiegeln beteiligte Entitäten und Akteure wider. Johnson hat bereits 2001 mögliche Konzepte identifiziert, welche in, zur Entscheidungsunterstützung eingesetzten, Patientenakten enthalten sein sollten [94]. Da CPG nur einen Teil der Informationen aus der Patientenakte benötigen, wird eine als „virtuelle Patientenakte“ (engl. „virtual medical record“) bezeichnete Teilakte gebildet. Abgeleitet aus den Inhalten papierbasierter Patientenakten, sind die Konzepte der Tab. 2.1 relevant.

Tabelle 2.1.: Relevante Konzepte elektronischer Patientenakten für die prozessorientierte Betrachtung klinischer Leitlinien (Quelle: Übersetzung aus [94, S. 297])

<i>Patient</i>	Subjekt der klinischen Aussage
<i>Zusammentreffen</i>	Besuch oder Ereignis
<i>qualitative Beobachtung</i>	Symptome oder Anzeichen
<i>quantitative Beobachtung</i>	Fakten (z.B. Größe, Gewicht), Messungen
<i>Verschreibung</i>	Medikation und Medikamentengabe
<i>Prozedur (erledigt)</i>	eine (durchgeführte) Aktion/Prozedur/Operation
<i>Allergiestatus</i>	Allergien und Sensibilitäten
<i>klinisches Assessment</i>	Standardisierte Beobachtung, die keine quantifizierbare Messung ist
<i>Ziel</i>	eine Zieldefinition im medizinischen Behandlungskontext
<i>geplante Intervention</i>	geplante, also noch nicht durchgeführte Prozedur
<i>Entscheidung</i>	Entscheidung, z.B. eine andere Therapie durchzuführen

Diese Primitive sind ebenso zentrale Bausteine des HL7 Reference Information Model (RIM, [95]). Im Rahmen ausführbarer CPGs dienen sie als informationelle Basis. Wang et al. definieren hier in [96] vier Prozessbausteine, zur universalen Representation von CPGs. Herausgelöst aus elf verschiedenen Repräsentationsmodellen, lässt sich eine Richtlinie demnach durch die folgenden vier Primitive modellieren (aus dem englischen [96], S. 61f):

Handlung (engl. „Action“) ist eine, im Rahmen einer Leitlinie empfohlene, aufrechtzuerhaltende oder zu vermeidende klinische oder administrative Tätigkeit, wie z.B. die Empfehlung einer Medikation oder das Zurateziehen einer weiteren Leitlinie.

Entscheidung (engl. „Decision“) ist die Auswahl einer Alternative aus einer Menge von Alternativen, basierend auf, in einer Leitlinie definierten Kriterien, wie z.B. die Auswahl eines Labortests aus einer Menge an möglichen Tests.

Patientenzustand (engl. „Patient state“) im Kontext einer Leitlinie ist die Konzeptualisierung des klinischen Status eines behandelten Individuums, basierend auf den vollzogenen Handlungen und den getroffenen Entscheidungen.

Ausführungszustand (engl. „Execution state“) ist die Beschreibung der Phase einer Aufgabe in einem Anwendungssystem zur Ausführung von Leitlinien, basierend auf z.B. den vorhergehenden Handlungen und Entscheidungen im Ausführungsprozess der Leitlinie.

In der Darstellung einer CPG mit diesen Prozessbestandteilen erfolgt z.B. die Erhebung des initialen Zustandes des Patienten durch eine Aktion („Datensammlung“). Die nachfolgende Entscheidung führt zu einer näheren Differenzierung und - nach einer weiteren Aktion (Intervention) - Veränderung des Patientenzustandes. Der Prozess ist in Abb. 2.2 dargestellt.

In der Zusammenfassung sind im Kontext der CPGs also vor allem die Datensammlung und Intervention, als Ausprägung der Aktionen sowie die Entscheidung und der Patientenstatus als inhärente Konzepte dieser Form von Prozessmodellen relevant.

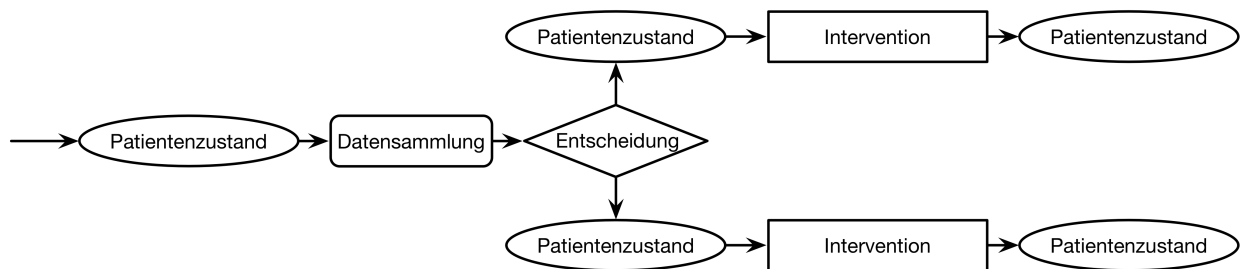


Abbildung 2.2.: Möglicher Prozessfluss von Repräsentationsprimitiven klinischer Leitlinien. (Eigene Darstellung nach [96], S. 68)

2.1.3. Bürgerliche Perspektive nach Bergman

Die Betrachtung medizinischer Prozessmodelle fußt auf dem grundlegenden Konzept des „Arbeitsprozesses“, wie er bereits zu Beginn des 19. Jahrhunderts von Babbage in [97] beschrieben wurde. Primäres Ziel ist die qualitative Verbesserung, durch Analyse der erstellten Modelle. Anders als die produktionsgetriebenen Prozessmodelle, reichen monoperspektivische Ansätze bei komplexen Abläufen des Gesundheitswesens nicht aus [98]. So identifizieren Klein et al. in [99] über 80 verschiedene Kriterien zur Bewertung der Qualität medizinischer Patientenversorgung, von denen sich 60 als nicht messbar erweisen. Hieraus lässt sich die Notwendigkeit verschiedener Perspektiven in der Betrachtung medizinischer Prozessmodelle ableiten [100,101]. Bergman et al. fügen in [83] der bereits bestehenden stations-, organisations- und gesamtindustriellen Perspektive eine weitere - die bürgerliche - hinzu. Demnach lässt sich der Gesundheitsversorgungsprozess in fünf Hauptbestandteile unterteilen. Eine Übersicht zeigt die Originalabbildung aus [83] in Abb. 2.3.

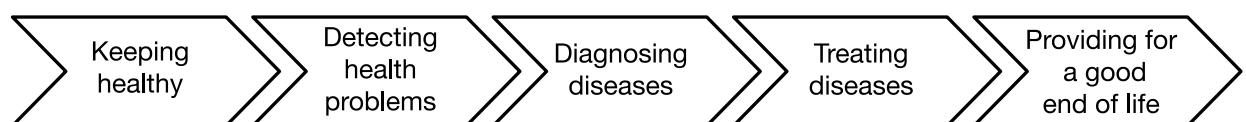


Abbildung 2.3.: Fünf Hauptprozesse der Gesundheitsversorgung nach Bergman. (Quelle: [83, S. i42])

2.1.3.1. Gesundheit wahren

Der Prozessbestandteil „Keeping healthy“ betrifft die Beibehaltung des aktuellen Gesundheitszustandes, welcher im optimalen Fall - jedoch nicht beschränkt darauf - als gesund zu bezeichnen ist. Dazu gehört also einerseits die verhaltensspezifische Optimierung, wie Fitness, gute Ernährung und gesundheitliche Bildung sowie andererseits die strukturelle Ausstattung mit z.B. sauberem Wasser und einem geeigneten Wohnumfeld.

Hinzu kommt die Notwendigkeit aktiver Eingriffe in das System durch die Verhinderung möglicher Erkrankungen in der Zukunft. Prozesse müssen so gestaltet werden, dass gesundheitserhaltende Aktivitäten - z.B. sozial oder monetär - favorisiert sind. Fasst man den Gedanken etwas weiter, spielen hier durchaus auch palliative Therapien und das Management chronischer Erkrankungen eine entscheidende Rolle.

2.1.3.2. Probleme identifizieren

Der Teilprozess „Detecting health problems“ fasst alle persönlichen und systemischen Maßnahmen zur Erkennung von Gesundheitsproblemen zusammen. Im Kern steht hier die Problematik der Früherkennung möglicher Symptome, um eine rasche therapeutische Intervention zu starten. Dies erfordert ein gesteigertes Aufmerksamkeitsniveau im persönlichen Monitoring gesundheitsrelevanter Parameter sowie die Einführung von Prozessen und Strukturen zur professionellen Identifikation möglicher Gesundheitsprobleme z.B. im Rahmen von Screenings oder Vorsorgeuntersuchungen. Im Kontext dieser Arbeit spielen hierbei auch ambiente und mobile AGT eine entscheidende Rolle.

2.1.3.3. Krankheiten diagnostizieren

Der Komplex „Diagnosing diseases“ enthält die korrekte Identifikation der konkreten Erkrankung. Sie bildet den unmittelbaren Übergang von der Erkennung zur Behandlung und spielt damit in der Auswahl der korrekten Therapie die tragende Rolle. Der eigentliche Teilprozess der Diagnose ist eine Kernaktivität aller Prozessmodelle und erfährt entsprechende sozio-technische Optimierung. Aus Sicht der beteiligten Patienten kommen Aspekte, wie die informationelle Selbstbestimmung und Nachvollziehbarkeit evidenzbasierter - möglicherweise technisch unterstützter - Entscheidungen hinzu.

2.1.3.4. Krankheiten behandeln

In direkter Folge der Diagnose behandelt der Komplex „Treating diseases“ die korrekte medizinische Behandlung der identifizierten Krankheit. Ähnlich, wie der Diagnoseprozess ist der Behandlungsprozess gesundheitssystematisch optimiert. Ebenjene Optimierung erfordert aus Sicht der Beteiligten (z.B. Patienten und Angehörige) eine direkte Einbindung im Sinne der informierten Einwilligung und darüber hinaus dem persönlichen Management des Behandlungsverlaufes.

Aus dem Betrachtungswinkel dieser Arbeit gehören hierzu auch die technische Unterstützung des Behandlungsverlaufs und -managements. In enger Anlehnung an den Komplex „Gesundheit wahren“ (vgl. Abs. 2.1.3.1) spielen hier wiederum palliative und chronische Therapien eine besondere Rolle. Sie spannen einerseits einen Bogen zu technischen Anwendungsfällen bürgerlicher Einbindung in den Behandlungsprozess, gleichsam zeigen Sie die Notwendigkeit sozialer Integration bestimmter Behandlungen auf.

2.1.3.5. Ein gutes Lebensende ermöglichen

Der Teilprozess „Providing for a good end of life“ fokussiert die - mit oder ohne Behandlung einhergehende - Gestaltung des Lebensendes. Durch die Hervorhebung holistischer Parameter, wie der Lebensqualität, müssen die Ergebnisparameter spezialisierter medizinischer Behandlungen (z.B. einzelner Organfunktionen) im Kontext der gesamten Lebensumstände betrachtet werden. Die partielle Verbesserung einzelner Symptome geht hier nicht zwangsläufig mit der Gestaltung eines guten Lebensendes einher. Ungeachtet der Notwendigkeit dieser konkreten partiellen Maßnahmen ist insbesondere die Abstimmung mit Maßnahmen der Geriatrie erforderlich.

2.1.4. Sektorenzentrierte medizinische Versorgung

Die sektorenzentrierte medizinische Versorgung des deutschen Gesundheitswesens unterscheidet verschiedene Akteure in ihren versorgungsrelevanten Rollen [86]. Im regulären, notfallinduzierten Versorgungsszenario besteht die Versorgungskette aus dem Rettungswesen, einem stationären Aufenthalt in einem Krankenhaus, der stationären und folgend der ambulanten Rehabilitation, sowie abschließend der ambulanten Nachsorge. Außerhalb dieses Akutszenarios handeln vor allem begleitend und randständig beteiligte Akteure, wie die Arzneimittelversorgung, die Heil- und Hilfsmittelversorger sowie die psychiatrischen und psychotherapeutischen Versorger. Dem Prozess nachgelagert treten außerdem die ambulante und stationäre Pflege in Aktion. Aus prozessorientierter Sicht weniger relevant, jedoch strukturell wichtig sind die Gesundheitsangebote des Medizintechniksektors, wie medizinische Großgeräte und Verbrauchsmaterialien.

Zur Strukturierung der vorliegenden Akteure wird in [102] die Gruppierung von sog. Gesundheitsangeboten in Sektoren aufgegriffen (vgl. Tab. 2.2).

Tabelle 2.2.: Das Gesundheitsangebot nach Sektoren (Quelle: [102, S. 72])

ambulanter Sektor	stationärer Sektor	Arzneimittel	Heil- und Hilfsmittel	Medizintechnik
Haus- und Fachärzte, Zahnärzte, sonstige medizinische Berufe, Ambulante Pflegeeinrichtungen	Krankenhäuser, Reha-Einrichtungen, stationäre Pflegeeinrichtungen	Pharma Produzenten, Großhandels-Apotheken	sehr heterogenes Gesundheitshandwerk	medizinische Großgeräte, Verbrauchsmaterialien

Der in [103] betrachtete Rettungsdienst ist in dieser Einteilung nicht enthalten. Medizinische Leistungen erfolgen zum einen durch die Erstversorgung - also durch den Akteur selbst - und zum anderen durch die Erstversorgung im Krankenhaus, also als Teil des stationären Sektors. Hinzu kommt der rettungsdienstliche Transport sowie reguläre Krankentransporte [104]. Die Gesundheitsversorgungsleistung der Prävention und Gesundheitsförderung [103] lässt sich nicht durch die Abbildung einzelner Dienstleister in Sektoren eingliedern und fehlt in der Übersicht nach [102] ebenso, wie die Leistungserbringer der psychiatrischen und psychotherapeutischen Versorgung.

Für die nähere Betrachtung des stationären Sektors kann der "Anforderungskatalog für die Informationsverarbeitung im Krankenhaus" [105] herangezogen werden. Hier finden sich der größte Teil der fachlichen Unternehmensaufgaben der Krankenhäuser und damit der stationären Versorgung wieder. Der Katalog ist in aufgabenbezogene und aufgabenübergreifende Anforderungen mit fünf bzw. sechs Anforderungsgruppen unterteilt. Im Bereich der Anforderungsgruppen mit Aufgabenbezug finden sich z.B. die Patientenbehandlung, das Führen der Krankenakte oder Forschung und Lehre [105, S. 7ff]. Die Generalität wird deutlich, wenn man die beschriebenen Aufgaben

im Kontext anderer Versorgungssektoren betrachtet. Insgesamt werden ca. 60 Aufgaben und Unteraufgaben beschrieben, welche die Gesundheitsversorgung im Krankenhaus beschreiben. Die mögliche Übertragbarkeit in andere Sektoren spiegelt sich z.B. in Aufgaben, wie “1.2.1 Entscheidungsfindung und Aufklärung” [105, S. 9] oder “1.4.1 Diagnostische & therapeutische Maßnahmendurchführung” [105, S. 11] wider. Die wesentlichen Aufgabengruppen finden sich demnach in beinahe allen betrachteten Sektoren. Wenngleich die reine Definition von Aufgaben nicht als Prozess betrachtet werden kann, so ist die Erfüllung selbiger durch Instanzen von Aktivitäten in der jeweiligen Gesundheitseinrichtung jedoch als Prozess zu betrachten. Auf der Abstraktionsebene des Anforderungskataloges kann also ein zu instanziiender Prozess angenommen und damit als Grundlage für die Untersuchungen im häuslichen Umfeld genommen werden.

2.1.5. Mintzberg-Modell

Die Komplexität der Gesundheitsversorgung aus struktureller Perspektive (vgl. Abs. 2.1.4) erfordert die Anwendung spezifisch angepasster Managementprinzipien zur Steigerung der Versorgungsqualität. Ähnlich der auf das Umfeld bezogenen Einschätzung der Versorgungsqualität, wie sie von Donabedian [100] in Anlehnung an Goldman [106] gezeigt wurde, betrachtet das Mintzberg Modell die Struktur des Versorgungsumfeldes. Dieses enthält alle Entitäten - im statisch-physischen sowie im personellen Sinne - und erlaubt z.B. die Untersuchung der Angemessenheit von Einrichtung und Ausstattung, die Qualifikation des Personals oder der administrative Struktur.

2.1.5.1. Aufbau

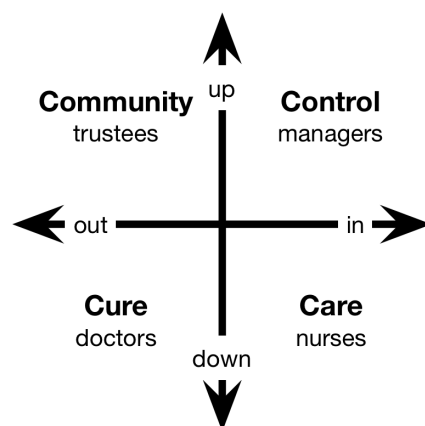


Abbildung 2.4.: Mintzberg Modell der „vier Welten“ im Management von Gesundheitsversorgung. (Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an [84, S. 60])

So teilen Mintzberg und Glouberman die Gesundheitsversorgung in “vier Welten“ auf [84,85]. Angelehnt an vier Quadranten eines zweidimensionalen Koordinatensystems, bezeichnen die Achsen jeweils die Richtung des Managements. Horizontal reicht die Ausprägung von „in“, für Management in das Krankenhaus hinein gerichtet, zu „out“, für Management aus der Institution hinaus. Vertikal wird zwischen „down“ und „up“ unterschieden, bezogen auf das Management senkrecht der Hierarchieebenen des Krankenhauses. Konkret unterschieden werden die vier Qua-

dranten Steuerung (engl. "control"), Umfeld (engl. "community"), Heilung (engl. "cure") und Pflege (engl. "care") in den entsprechenden Achsen (vgl. Abb. 2.4).

Der Sektor *Care* beschreibt die Handlungen des Pflegepersonals in der kontinuierlichen pflegerischen Betreuung der Patienten. Dieser Fokus der (Management-)Handlungen in klinische Operationen hinein wird als „down“ im Kontext des Modells bezeichnet. Der Begriff „in“ drückt die Ausrichtung aller (Management-)Handlungen auf Organisationseinheiten und Personen innerhalb der Institution aus. Die gegenteilige Beschreibung dieser Achse - also „out“ und „down“ - trifft auf das ärztliche Personal zu. Ihre, auf den Patienten ausgerichteten, Handlungen priorisieren managementtechnisch losgelöste Einheiten und Personen. Ebenso handelt das Umfeld in Form der beteiligten Treuhänder („out“ und „up“). Das eigentliche Management (vgl. Quadrant *Control*) eines Krankenhauses ist zwar eindeutig institutionell ausgerichtet („in“), greift nach Mintzberg jedoch weniger in direkte patientenbezogene Handlungen ein, als viel mehr in Richtung der Positionierung zu übergeordneten Institutionen („up“) zu agieren.

2.1.5.2. Prozessorientierung

Die Beschreibungen und Benennungen der drei Quadranten *Control*, *Care* und *Cure* lassen sich sowohl als klinische Domäne als auch Aktivität im Sinne der Gesundheitsversorgung als ganzes verstehen. Damit sind sie inhärente Prozessbestandteile medizinischer Versorgung im stationären Bereich. Eine weitere Aufteilung gibt Mintzberg in der Beziehung von Pflege und ärztlichem Personal. Die vier Aktivitäten Eingriff (engl. "incursion"), Einnahme (engl. "ingestion"), Manipulation und Mediation reichen demnach von einer strikten Trennung pflegerischer und ärztlicher Tätigkeiten beim Eingriff bis hin zu einer quasi vollständigen Vermischung bei der Mediation. Ungeachtet der, für eine prozessorientierte Perspektive zwingend notwendigen, Reihenfolge der Aktivitäten bilden sie jedoch wiederum eine abstrakte, prozessnahe Beschreibung medizinischer Versorgung aus ärztlicher und pflegerischer Sicht.

2.1.6. Gesundheitstechnologiebewertung

Technologie bezeichnet die praktische Anwendung von Wissen. Im Kontext der AGT bedeutet dies also die praktische Anwendung von Wissen zur Verbesserung oder zum Erhalt der Gesundheit des Einzelnen oder der Gesellschaft [87,107,108]. Die systematische Evaluation von AGT in Bezug auf ihre Eigenschaften, Effekte oder Wirksamkeit wird als „Health Technology Assessment“ bezeichnet. Hierfür hat das National Information Center on Health Services Research and Health Care Technology (NICHSR) eine mögliche Gruppierung von AGT nach Zweck vorgeschlagen. Diese Gruppierung entspricht zwar keinem klassischen Prozessmodell, folgt jedoch dem klinischen Behandlungspfad, sodass die Gruppen einzelne Aktivitäten in der Patientenbehandlung widerspiegeln. Sie lassen sich direkt als Rollenbeschreibung interpretieren. Die folgenden Gruppen sind definiert (aus dem engl., vgl. [87], Absatz A.2.):

Prävention Die Technologie schützt vor Krankheiten, indem sie ihr Auftreten verhindert, die Eintrittswahrscheinlichkeit verringert, ihr Ausmaß reduziert oder Folgekrankheiten abwendet. (z.B. Immunisierung)

Screening Die Technologie ermöglicht die Erkennung von Krankheiten, Anomalien oder Risikofaktoren auch bei asymptomatischen Patienten. (z.B. Mammographie-Screenings)

Diagnose Mithilfe der Technologie wird die Ursache, Ausprägung oder Ausdehnung einer Erkrankung bei symptomatischen Patienten ermittelt. (z.B. Röntgen)

Behandlung Die Technologie verbessert oder erhält den Gesundheitszustand bzw. verhindert weitere Verschlechterungen. (z.B. Psychotherapie)

Rehabilitation Durch Einsatz der Technologie kann eine physische oder psychische Einschränkung wiederhergestellt oder verbessert werden. Hierzu gehört ebenso die Verhinderung von Verschlechterungen des Zustandes. (z.B. Übungsprogramm für Schlaganfallpatienten)

Linderung Die Technologie verbessert die Lebensqualität von Patienten, durch die Erleichterung beim Umgang mit Schmerz, Symptomen, Unwohlsein, Stress oder schweren Krankheiten sowie psychologischen, sozialen oder spirituellen Problemen. Wenngleich meist für fortschreitende, unheilbare Krankheiten gedacht, kann palliative Technologie bei jeglicher Art von Krankheit oder Behandlung eingesetzt werden. (z.B. patientengesteuerte Schmerzmedikation)

Die Gruppen sind nicht disjunkt, lassen jedoch eine Identifizierung von spezifischer Aufgaben zu und zeichnen damit ein Einsatzmodell von AGT, welches im Kontext der Wohnung analysiert werden kann.

2.2. Analysemethodik

Die Herausarbeitung von Rollen aus den dargestellten medizinischen Versorgungs- und -prozessmodellen erfolgt nach der nachfolgend beschriebenen Methodik. Als Grundlage dient die Entwicklung eines Rollenbegriffes, welcher anschließend auf die Prozesse und Prozessbestandteile angewandt wird und zur Identifikation von Rollen in Prozessen dient. Abschließend wird die Übertragung der Methodik ins häusliche Umfeld dargestellt.

2.2.1. Entwicklung eines Rollenbegriffes

Die Identifikation von Rollen macht es notwendig einen Rollenbegriff zu definieren, der sowohl deskriptiv - also in der Lage das Konstrukt der Rolle zu erfassen - als auch diskriminatorisch ist - also die Abgrenzung der Rollen zulässt. Die wörtliche Bedeutung des Begriffs „Rolle“ umfasst den entscheidenden, einflussreichen Faktor im übertragenen Sinne, die Menge an Erwartungen an eine Person in einem System oder die Funktion oder Position von etwas [109]. Um die Anwendung des Rollenbegriffes im Kontext der medizinischen Versorgung zu ermöglichen, sind vor allem die soziologische und technische Definition interessant. So lassen sich aus dem theoretischen Unterbau des Rollenbegriffes aus soziologischer Sicht, wichtige Zusammenhänge für die formale Definition einer Rolle im technischen Sinne ableiten.

Bringt man alle Perspektiven zusammen ergibt sich ein Rollenmetamodell wie in [110, S. 137]. Opitz gibt hier eine mögliche Kombination aller theoretischen Rollendefinitionen durch ein Entity-Relationship-Modell [91] an und vereinfacht bereits einige der komplexen soziologischen Zusammenhänge für die formale Anwendung in der statischen Informationssystemmodellierung. Der Fokus liegt hier vor allem auf menschlichen Handlungsträgern und Individuen, deren psychologisches Modell ebenfalls eingebunden wird. Ebenjener Fokus macht die direkte Anwendung im Kontext dieser Arbeit jedoch nicht möglich. Deshalb werden die Kernaspekte herausgegriffen und

um die Herleitung zur Bildung eines Rollenmetamodells auch für die prozessorientierte Analyse der Versorgungsmodelle zu ermöglichen.

2.2.1.1. Soziologisches Rollenverständnis

Die ersten Arbeiten zu Grundlagen der Rollentheorie gehen bis auf Cooley und Baldwin zurück, die sich vor allem mit dem Verhalten in dualen sozialen Relationen beschäftigt haben. Das eigentliche Ausbilden einer individuellen Persönlichkeit - des "alter ego" nach Baldwin [111, S. 15] und des "reflected I" nach Cooley [112, S. 136] - ist nur durch den Kreislauf des Verhaltens und Reagierens auf die Rückkopplungen des sozialen Gegenübers nötig. Dieser Kreislauf ist der Grundgedanke beim Herausbilden einer spezifischen Rolle. Hieraus ergibt sich eine erste Anforderung an die Definition einer Rolle. Die Interaktionspartner müssen, trotz ihrer komplementären Position in der Rollenbeziehung eine, aufeinander abgestimmte Kommunikation pflegen, in der verwendete Gesten und Symbole für beide die gleiche Bedeutung haben. Auf diesem symbolischen Interaktionismus begründet sich die interaktionistische Perspektive auf den Rollenbegriff. Vor allem geprägt von Mead [113] und Turner [114], fokussiert dieser Interpretationszweig die Beziehung zwischen Person und Rolle. Neben der funktionalen Rollenübernahme durch antizipieren der Reaktionen anderer, werden hier maßgeblich die Rollengestaltung durch Interpretation und Anpassung der Rolle betrachtet. Diese Perspektive führt allerdings zu volatilen Rollenbildern innerhalb des Rollenhaushalts auf Ebene der Modellinstanz und ist für die formale Definition eines Rollenmetamodells weniger von Bedeutung [115].

Als Parallelentwurf zur interaktionistischen Perspektive hat sich das funktionalistische Rollenverständnis herausgebildet und in den meisten Rollendefinitionen durchgesetzt. Fischer definiert die soziale Rolle als "ein Bündel normativer Erwartungen an den Inhaber einer bestimmten sozialen Position" [116, Sp. 2224]. Diese, auf die, sich in der Erfüllung dieser Erwartungen herausbildende, Funktion fokussierte Perspektive, beschreibt die Rolle als "anonymen Bestandteil eines statisch vorgegebenen Rechts- und Pflichtengefüges" [116, Sp. 2226]. Dieses System kann die Gesellschaft, die Familie oder ein Unternehmen sein. Erwartungen sind in diesem Kontext vor allem erwartete Verhaltensweisen und Aktivitäten. Damit verbindet eine Rolle die soziale Struktur - der soziologischen Definition des Systems folgend - und das soziale Verhalten [117]. In der grundlegenden Beschreibung der Gesellschaft identifiziert Linton in [118, S. 114] die Rolle als dynamische Aspekte des Status, welcher wiederum als statische Beschreibung einer Position innerhalb eines Systems zu verstehen ist. Der Status wird deshalb häufig auch nur als Position bezeichnet und bildet sich nach Linton aus Rechten und Pflichten. Eine Entität kann dabei mehrere Rollen haben, abgeleitet von den Statusgruppen, denen sie angehört. Die Rolle wird dabei geprägt durch die Erwartung einer bestimmten Einstellung, bestimmter Wertebegriffe und eines bestimmten Verhaltens [119, S. 66]. Diese Rollen bilden wiederum eine übergeordnete Rolle, mit der sich die Entität in das System eingliedert. Dem folgend dienen Status und Rolle also als Reduktionsmethodik zum Herauslösen von sichtbarem Verhalten von Entitäten in einem System.

Dieses Verhalten greifen Bates und Harvey auf und beschreiben es als Bündel von Handlungen, als kleinste der sogenannten *sozialen Einheiten* im aktiven Zustand der Gesellschaft [120, S. 385]. Das Gegenstück bildet der latente Zustand der Gesellschaft mit den Normen als kleinste soziale Einheit. Jeweils mehrere bilden eine Rolle sowohl im latenten - durch Normen - als auch im ak-

tiven Zustand - durch Handlungen. Weitere relevante Attribute zur Beschreibung der Rolle sind der Ort, die Zeit und die durch die Handlung oder die Norm transformierte oder zu transformierende Entität [120, S. 92]. Ähnlich wie Linton, nutzen auch Bates und Harvey den Begriff des Status, verstehen allerdings mehrere Rollen einer Entität als Status, um die Limitierung der dyadischen Betrachtungsweise Lintons zu umgehen und die Einbettung von Entitäten in Gruppen zu ermöglichen. Der Status bildet die Summe an Erwartungen an das Verhalten in der Gruppe durch Einnehmen einer Position, womit sich der Kreis zur funktionalen Perspektive des Rollenbegriffes schließt.

2.2.1.2. Technischer Rollenbegriff

Die technische Beschreibung des Rollenbegriffs geht im Wesentlichen auf die Verwendung in der rollenbasierten Zugriffssteuerung sowie zur Modellierung und Steuerung von Geschäftsprozessen zurück.

Sandhu et al. beschreiben sie in [121] als semantisches Konstrukt zur Beschreibung von Aktivitäten und Aufgaben¹. Der systemische Kontext, der in der Soziologie noch variable gehalten wird, fixiert sich hier implizit auf das, die Rolle enthaltende Informationssystem. Hierin bezeichnet die Rolle also die Sammlung von Verantwortlichkeiten und Qualifikationen und ist stabiler als personenbezogene Aufgabenbeschreibungen, da Unternehmensaufgaben seltener Änderungen unterworfen sind.

Eine weitere Anwendung des Rollenkonzeptes findet sich in der Planung und Simulation von Geschäftsprozessen, z.B. durch Workflowmanagementsysteme (WFMS). Deiters beschreibt die Rolle in dieser Domäne als Instrument „zur Definition von Verantwortlichkeiten“ [125, S. 55]. Aktivitäten in Prozessen werden durch Rollen ausgeführt. Hier finden sich Analogien zur soziologischen Perspektive, des erwarteten Verhaltens in einem sozialen Gefüge. Eine Person kann eine Reihe von Rollen ausfüllen, die wiederum mehrere Personen innehaben können.

Ebenfalls im Kontext der Planung von Arbeitsabläufen mit WFMS definiert Weske die Rolle als „abstraktes Konzept, dass Eigenschaften von, in Organisationen einbezogenen Personen [beschreibt]“ [126, S. 25]. Mit dem Ziel der abstrakten Modellierung in WFMS, dient das Konzept der Rolle als Vereinfachung von Personen mit gleichen Fähigkeiten, Verantwortlichkeiten, Verfügbarkeiten und Kompetenzen, wiederum im Sinne von Verantwortlichkeiten, wie Deiters. Das Konzept Rolle wird hier genutzt um den Modellkontext im WFMS herzustellen und ist ausschließlich auf die Abbildung menschlicher Handlungsträger in ihrer, den Ablauf ausführenden Tätigkeit ausgerichtet [126, S. 29]. Hieran lehnt sich Bott an und definiert die Rolle als „Menge von Eigenschaften [...], die alle Ressourcen aufweisen, die eine solche Rolle spielen können“ [127, S. 27]. Trotz der Verallgemeinerung in Form der Betrachtung von Ressourcen, bleibt die eigentliche Menge der Eigenschaften unbeschrieben.

¹Der im englischen verwendete Begriff „function“ (Funktion), trifft hier die Beschreibung nicht korrekt. Er wird daher in Anlehnung an die Terminologie des Informationssystemmanagement (siehe insb. [122–124]) als „Aufgabe“ übersetzt.

2.2.1.3. Erarbeitung eines Rollenbegriffes

In der technischen Betrachtung definieren sich Rollen durch die Kompetenz, also die Fähigkeit Aufgaben und Aktivitäten auszuführen, die Befugnis, also das Recht zur Durchführung von Aktivitäten, die Verantwortung, also die Pflicht ausgeführte Aktivitäten zu vertreten und schließlich die situative Verfügbarkeit zur Erledigung der Aufgabe.

In der soziologischen Betrachtung können Rollen nur zwischen Entitäten mit gleicher Begriffswelt entwickelt werden. Dies macht das Ziel der Rollenbildung deutlich, nämlich die aktive und normative Einordnung in das (soziale) System. Dies kann durch die Beschreibung einer Position geschehen, gebildet aus einem oder mehreren Status. Sie geben der Position ihre Bezugspunkte. Ein Status besteht aus einer oder mehreren Rollen. Rollen haben also statische (normative) und dynamische (aktive) Komponenten, im Folgenden als Haltung und Verhalten bezeichnet.

Die Kombination dieser Zusammenhänge zeigt das Rollenmetamodell in Abb. 2.5. Die Rolle, als zentrales Element des Metamodells, wird von einer Entität eingenommen - sie "spielt" diese Rolle. Alle weiteren Konzepte sind in statische Aspekte (Haltung) und dynamische Aspekte (Verhalten) unterteilt. Die statischen Aspekte einer Rolle werden durch Erwartungen und Verantwortlichkeiten gebildet. Letztere bestehen aus den fixierten Rechten und Pflichten sowie gegebenenfalls relevanten Werten. Die dynamischen Aspekte einer Rolle beschreiben Handlungen, deren Ergebnis ein Produkt, eine Funktion oder eine Aufgabe ist. Sie bilden das Gegenstück zu den Erwartungen. Das Maß der Kongruenz von Erwartung und Produkt ist die Qualität, welche indirekt den Zusammenhang zur Kompetenz herstellt. Die Umsetzung bzw. Übernahme der Rollen bestimmt die Position (den Status) der Entität im (sozialen) System.

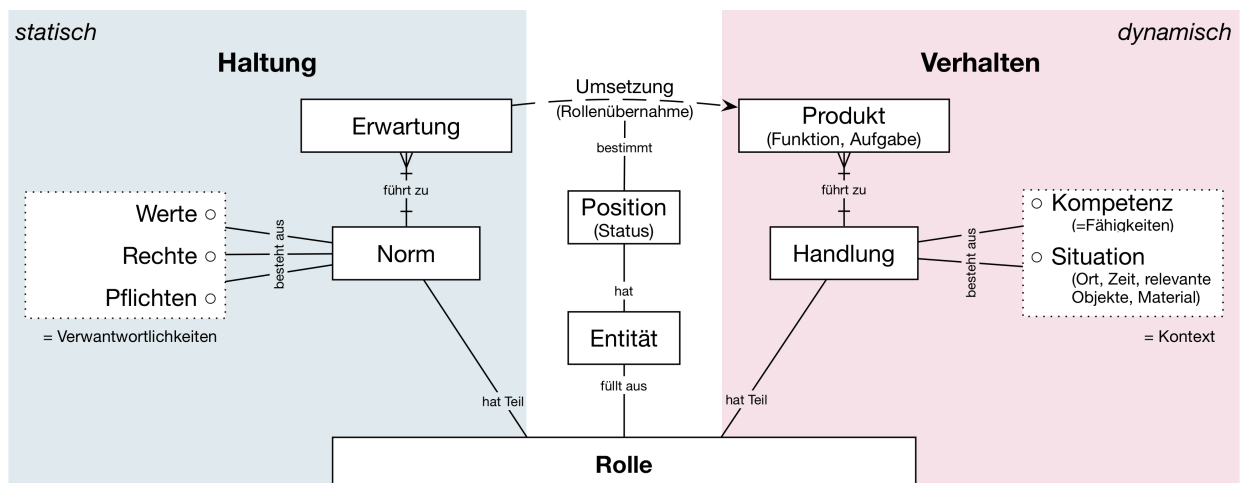


Abbildung 2.5.: Metamodell für den Rollenbegriff. (Quelle: Eigene Darstellung)

2.2.2. Prozesse und Prozessbestandteile

Für die Analyse von Prozessen und Prozessmodellen bedarf es einer Definition des Begriffs Prozess im Sinne der Formalisierung von Abläufen. Die Nähe zum Begriff der Rolle wird bei genauer Betrachtung der Entwicklungshistorie deutlich und soll im Folgenden erläutert werden.

Zisman beschreibt in [128] Ansätze zur Modellierung von Arbeitsabläufen in Büroumgebungen. Er versteht den Prozess „as a collection of asynchronous, concurrent events“ [128, S. 21]. Die Menge der Ereignisse (engl. „event“) wird durch das Wissen über ihren Zustand repräsentiert. Ein einzelnes Ereignis ist also eine diskrete Menge an Wissen zu einem spezifischen Zeitpunkt. Der Zusammenhang dieser Ereignisse wird durch den Fluss (engl. „flow“) hergestellt. Modelliert werden also alle möglichen und erreichbaren Status, in denen sich ein System befinden kann sowie die Regeln zur Transition zwischen diesen Status.

Weniger den Status, als die Aktivitäten zur Transition beschreibt Cook in [129] zu „office procedures“. Aufbauend auf dem Gedanken von „Information Control Networks“ [130], definiert sie eine Prozedur als „a set of activities executed in a specified order“ [129, S. 556] wobei Aktivitäten als diskrete Handlungen, wie Büroaufgaben interpretiert werden.

Inhaltlich ebenso auf Bürotätigkeiten ausgerichtet ist der Ansatz von Holt [131]. Grundidee ist die Schaffung eines dezidierten Wissenschaftszweiges welcher die Organisation von Arbeitsabläufen beinhaltet, der „coordination technology“. Um Abhängigkeiten von Aufgaben managen zu können, definiert Holt „body/operation nets“ auf Basis von Petrinetzen. Der Körper (engl. „body“) ist eine Menge von statischen Zielattributen, die durch ihre konkrete Instanziierung eine Entität bilden. Als Handlung (engl. „operation“) sei die Menge dynamischer Zielattribute verstanden, die - wiederum in ihrer konkreten Instanziierung - eine Aktivität darstellen. Der eigentliche Prozess bildet sich also aus Entitäten mit einem Status, die Aktivitäten durch Handlungen ausführen. Je nach Publikation werden die Begriffe Aktivität und Handlung zwar synonym verwendet, müssen in der Rollentheorie jedoch aus dem Kontext heraus differenziert werden, um die spätere Unterscheidung von statischen und dynamischen Rollenkomponenten treffen zu können.

Die konkrete Ausrichtung von Prozessen auf (Gesundheits-)Unternehmen beschreiben Allweyer und Scheer in [132] basierend auf einer Definition von Harrington [133]. Demnach ist ein (Geschäfts-)Prozess die „zeitlich-logische Abfolge von Tätigkeiten zur Erfüllung einer betrieblichen Aufgabe“. Mit ihr geht immer eine „Transformation von Material und/oder Information“ einher [132, S. 6]. Auch wenn sich die Terminologie hier unterscheidet, sind nach wie vor die Tätigkeiten sowie ausgelöste Transformationen von Status - hier Informationen oder Material - interessant.

Mit dem Begriff des „Vorgangs“ setzt sich Bott auseinander und beschreibt ihn als „Aufgabendurchführung durch einen Aufgabenträger“ [127, S. 25]. Vorgänge, die sog. Elementaraufgaben durchführen, werden als Aktivitäten bezeichnet. Diese Konzepte der Aufbauorganisation werden anschließend zu Prozessen verknüpft um eine räumliche und zeitliche Zuordnung u.a. zu den Ressourcen zu ermöglichen.

2.2.3. Identifikation von Rollen in Prozessen

Bringt man die verschiedenen Ansätze zusammen, lässt sich eine direkte Verbindung zum zuvor entwickelten Rollenbegriff ziehen. Ein Prozess besteht aus Entitäten, die durch Handlungen transformiert werden. Die Entität kann in der Umsetzung einer Rolle (Rollenübernahme, vgl. Abs. 2.2.1.3) mit statischen und dynamischen Zielattributen beschrieben werden. Aus Sicht der zu erfüllenden Erwartungen aus der entsprechenden Norm, ergeben sich Rechte, Werte und Pflich-

ten (Verantwortlichkeiten), welche die Entität zeitpunktunabhängig hat. Gemeinsam bilden sie die Haltung der Entität. Instanziiert sich die Entität nun im Rahmen eines Prozesses, ergeben sich die inhärenten Informationen zur Situation und der Kompetenz, hier jedoch als statische Zielattribute, da die Entität zu einem spezifischen Zeitpunkt vor Ausführung der Handlung beschrieben wird. Die dynamische Komponente der Rolle bilden die Handlungen, mit ihrem einzigen dynamischen Zielattribut, dem Produkt - bzw. synonym - der Aufgabe. Den Zusammenhang zeigt Abb. 2.6.

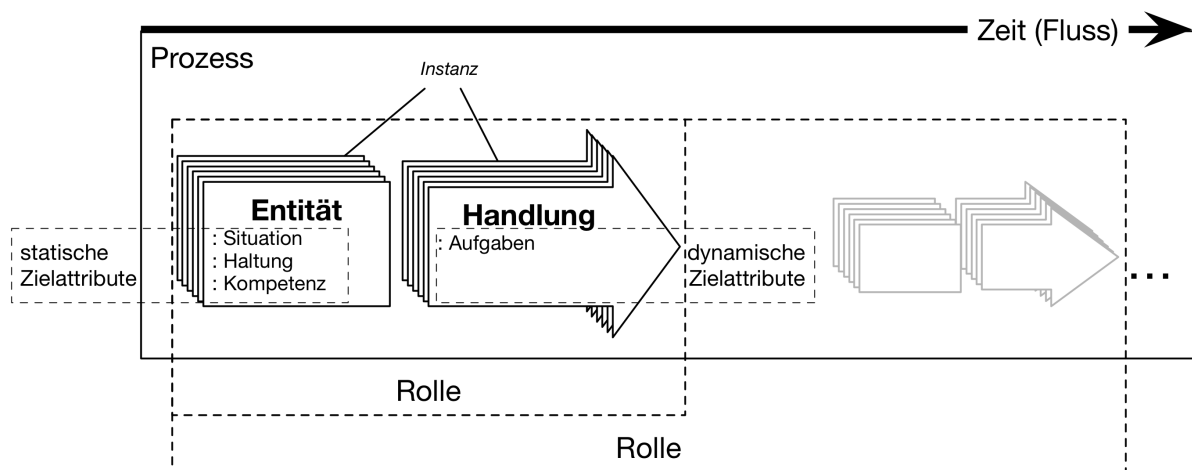


Abbildung 2.6.: Zusammenhang zwischen Prozess und Rolle. (Quelle: Eigene Darstellung)

Wie in Abs. 2.2.1.3 beschrieben, bildet sich eine Rolle in einem System aus wiederum Rollen in Subsystemen. Die Wohnung bildet damit ihr eigenes Rollenset [134], welches es zu definieren gilt. Damit kann die Rolle in einem Prozess als Sammlung von durch Handlungen transformierte Entitäten in einem Prozess betrachtet werden. Diese werden durch Identifizierung der notwendigen Zielattribute herausgearbeitet und logisch aggregiert, bis sich kongruente Rollenbegriffe herausbilden, die das finale Set an, in den Prozessmodellen enthaltenen, Rollen bilden. Diese Aggregation stützt sich auf Teile des Abstraktionsprozesses von Hoare, der sich wie folgt zusammenfassen lässt [135, S. 84]:

Abstraktion Konzentration auf gemeinsame Eigenschaften von Entitäten und Vernachlässigung der Unterschiede

Repräsentation Wahl einer Symbolik für die Abstraktion

Die Manipulation und Axiomisierung sind für die Methodik nicht relevant.

2.2.4. Übertragung ins häusliche Umfeld

Der Definition des Prozessbegriffs folgend, sind für die Ausführung einer Aktivität eine Reihe von Entitäten (auch Ressourcen) notwendig. Einerseits muss die Handlung von einer Person (konventionell) oder einem System (rechnergestützt) durchgeführt werden. In sozio-technischen Systemen ist insbesondere auch die Kombination von manuellen und rechnergestützten Handlungsschritten möglich.

Entitäten - konventionell oder rechnergestützt - müssen also über die passende Haltung in der passenden Situation und die Kompetenz zur Ausführung der notwendigen Handlungen verfügen. Zur

Situation gehört z.B. die örtliche Verfügbarkeit der Entität für die Durchführung der Handlung. Dies beinhaltet auch, dass die Entität an sich existiert. Die Haltung erfordert das Vorhandensein der Normen zur Durchführung der Handlung in Form von Regeln, Software, Skripten oder Mustern. Kompetenz betrifft, im konventionellen Sinne, das Wissen einer Person um die notwendigen Handlungsschritte durchführen zu können sowie, im rechnergestützten Sinne, die korrekte Programmierung der Software, welche das entsprechende Anwendungssystem steuert.

Für die Durchführung von Handlungen muss die entsprechende Aktivität zur Erfüllung der Aufgabe im häuslichen Umfeld realisierbar sein. Bestimmte Transformationen von Entitäten (z.B. Operationen) schließen sich daher von vornherein aus. Ebenso müssen die Verhaltensparameter zur Wohnumgebung passen. Kritische Zeitanforderungen, spezifische Hygienebedingungen oder auch Qualitätsansprüche, wie sie beispielsweise bestimmte Medizinprodukte vorschreiben, lassen sich nicht ermöglichen. Gleichzeitig offenbaren diese Ausschlüsse das Entwicklungspotential der Wohnung.

Für das formale Herausarbeiten von Rollen aus den Prozessen werden also im Folgenden erst die Situation, Haltung und Kompetenz der die Rolle ausführenden Entitäten analysiert und bei identifizierbarer Aufgabe eine Rolle benannt. Diese Benennung dient hiernach als Referenz für die weitere Untersuchung und Gruppierung der möglichen Rollen der Wohnung.

2.3. Ergebnis

Durch Anwendung der Analysemethodik auf die Versorgungsmodelle ergeben sich die möglichen Rollen der Wohnung.

2.3.1. Rollen im OpenEHR Problemlösungszyklus

Die vier zentralen Elemente des Zyklus - *Observation*, *Evaluation*, *Instruction* und *Action* - stellen die grundlegenden Aktivitäten dar, die es zu analysieren gilt. Entsprechend der Rollendefinition werden sie als dynamische Rollenanteile (Verhalten) interpretiert.

Der Zyklus lässt sich am besten durch die Beobachtung (*Observation*) beginnen. Ziel der entsprechenden Handlung ist die Generierung von Daten, welche mit den Kontextinformationen zur Bildung eines Events genutzt werden können. Zentrale Aussage ist also die Beschreibung eines Zustandes zu einer bestimmten Zeit. Als Aktionen innerhalb der Aktivität kommen in der ursprünglichen Beschreibung des openEHR Zyklus die Durchführung von Assessments, das konkrete Messen körperbezogener Parameter oder die Formulierung einer beschreibenden Aussage - z.B. über die Ausprägung eines Kardinalzeichens - zum Tragen. Die Aktionen lassen sich unter dem Begriff "messen" zusammenfassen. Die offensichtlichen Komponenten des Status bilden hier das Wissen um die Messmethode und eventuell vorhandene Sensorik zur Erfassung konkreter Datenpunkte. Die Wohnung tritt hier also als Messinstrument oder Sensor auf.

Generierte Daten aus Messungen (bzw. Beobachtungen) fließen in die Generierung einer Hypothese ein. Diesen Schritt bezeichnet der openEHR Zyklus als Evaluation. Wiederum dem Begriff der Rolle folgend, lassen sich eine Reihe von Aktionen dieser Aktivität auslösen. So ist es notwendig die gemessenen Daten und hieraus generierte Events zu interpretieren, sowohl für sich

alleine, als auch im Zusammenhang untereinander. Der Erkennung von Mustern und Zusammenhängen folgt die Generierung einer Hypothese in Form einer Schlussfolgerung. Diese kann erneut ein Event im Sinne des Messinstruments zur weiteren Verarbeitung sein oder eine qualifizierte medizinische Aussage, wie z.B. eine Diagnose. All diese Schritte lassen sich am besten mit den Begriffen “Analyse” und “Diagnostik” zusammenfassen. Die Wohnung tritt in dieser Aktivität also als diagnostisches Instrument und als Messinstrument auf. Letzteres diesmal im erweiterten Sinne, da die Messwerte ihrerseits Ableitungen oder Schlussfolgerungen anderer Messwerte sind. Diese Inklusion ist legitim, da auch eigentliche Sensoren nur aufbereitete Werte produzieren. So ist bereits der ordinal skalierte Wert eines Bewegungssensors - z.B. auf einer Skala von 0 bis 2047 - nur eine Wandlung der analogen Werte der Sensorhardware.

Die Aktivität der Instruktion (*Instruction*) lässt sich direkt in Anschluss an die Evaluation betrachten, da diese beiden Schritte zusammen die Entscheidungsunterstützung bilden. Die Vorgabe einer Handlung als Aktion innerhalb dieser Aktivität, kommt der Rolle eines Beraters oder Dirigenten im Sinne der Orchestrierung von Gesundheitsdienstleistungen [136] gleich. Zusammen bilden beide Aktivitäten eine neue Rolle, die des Entscheidungsunterstützungssystems (EUS).

Die Aktion (*Action*) im openEHR Zyklus beschreibt die eigentliche Anwendung empfohlener oder verordneter Maßnahmen. Wenngleich der ursprüngliche Gedanke des Standards eher die Dokumentation durchgeführter Maßnahmen und Prozeduren adressiert, bildet die inhaltliche Beschreibung der Handlungen im Konzept Aktion die Therapie von Erkrankungen ab. Domänenbedingt weniger enthalten ist hier die proaktive Durchführung von Handlungen z.B. zur Krankheitsprävention. Prozeduren ebenjener Domäne umfassen alle klinischen Maßnahmen, wie Operationen, physiotherapeutische und manuelle Therapien oder psychologische Therapieformen. Hinzu kommen die Gabe von Medikamenten und ggf. spezielle pflegerische Maßnahmen. Überträgt man diese Art von Aktivitäten ins häusliche Umfeld in den Verantwortungsbereich der Wohnung, bildet sich die Rolle des Therapeuten heraus. Als Teil hiervon kann die Wohnung als abstrakter Akteur - in antonymer Position zum Sensor - gesehen werden.

2.3.2. Rollen in klinischen Leitlinien

Das Herauslösen von Aktivitäten aus den Prozessen der Clinical Practical Guidelines (CPG) erfolgt durch zwei getrennte Betrachtungen der Prozessmodelle bzw. Informationsmodelle. Die Inhalte, der zum Ausführen von CPG notwendigen Patientenakten nach Johnson entsprechen der Art nach eher einem Informationsmodell und die Prozessorientierung muss hinein interpretiert werden. Die identifizierten Primitive von Wang entsprechen bereits konkreten Aktivitäten oder Zuständen in einem Prozessmodell und können demnach direkt auf abgebildete Rollen untersucht werden.

Den Inhalten des Informationsmodells der Patientenakte vorgelagert ist das Konzept einer Akte selbst, deren Inhalt in Form konkreter Instanzen beschriebener Konzepte zusammen mit den Aktivitäten des Zusammentragens und Bereitstellens von relevanten Daten zwei Rolle repräsentieren. Am besten lassen sich diese im häuslichen Umfeld wohl als Messinstrument und Datenspeicher zusammenfassen. Ferner ist das Konzept der Akte gleichzeitig zur Repräsentation des Status innerhalb einer Rolle geeignet. Nimmt man die Kompetenz an, um Instanzen der Konzepte innerhalb des Informationsmodells einer Patientenakte zu verändern, ergeben sich weitere mögliche Aktivi-

täten und damit Rollen. Qualitative und quantitative Beobachtungen sowie klinische Assessments können von diagnostischen Instrumenten und auch Messinstrumenten produziert werden. Die Medikation und jegliche Art von Prozeduren oder geplanten Interventionen finden in der Rolle des Therapeuten statt. Das Konzept der Entscheidung bildet als Instanz zusammen mit dem Fällen der Entscheidung wiederum die Rolle des EUS.

Eine direktere Ableitung von Rollen lassen die Primitive von Wang zu. Der *Patient State* als Konzept für den Status einer Entität ist in allen Aktivitäten vorhanden. Die erste Rolle des Messinstrumentes ergibt sich mit der Aktivität der Datensammlung, welche der Entscheidung voraus geht. Aus dieser Aktivität wiederum lässt sich auch die Rolle des EUS ableiten, wobei der Status aus dem Zustand der Wohnung, des Bewohners und den Regeln zum Treffen einer Entscheidung gebildet wird. Die Durchführung einer Intervention ergibt wiederum die Rolle Therapeut oder Therapieinstrument.

2.3.3. Rollen aus der bürgerlichen Perspektive nach Bergmann

Die fünf identifizierten Hauptprozesse der Gesundheitsversorgung nach Bergmann beinhalten eine Reihe von möglichen Rollen. Die Betrachtungsweise aus der bürgerlichen Perspektive impliziert bereits den Status und die Haltung des Patienten als Grundlage der statischen Zielattribute der Entität. Entsprechende Kompetenzen erwachsen aus der technischen Machbarkeit konkreter Rollen und ergeben sich damit in der weiteren Betrachtung der folgenden Prozessbestandteile.

2.3.3.1. Gesundheit wahren

Die Beibehaltung des Gesundheitszustandes in der aktuellen Form ist eine Kompetenz, die gemeinsam mit dem Status und der Haltung des Patienten die Entität der Rolle Vorsorgeinstrumentes bildet. Als Handlung ergibt sich das aktive Wirken gegen gesundheitliche Verschlechterung mit den zu definierenden Aufgaben und dem darauf folgenden konstruktiven Verhalten. Bergmann nimmt die Haltung des Bürgers implizit an, nach der er ein Interesse daran hat seine Gesundheit zu erhalten und sich ggf. die nötige Kompetenz zu erarbeiten. Beides - das Interesse entwickeln und die Kompetenz erhalten - lässt sich wiederum als Aufgabe mit daraus erwachsendem Verhalten verstehen. Die zugehörige grundlegende Haltung, sich zu informieren, vervollständigt eine weitere Rolle, die in der Übertragung ins häusliche Umfeld am besten als Informationsquelle benannt werden kann.

Ebenfalls aus der, die vorgenannten Rollen bildenden Handlung des aktiven Entgegenwirkens gesundheitlicher Verschlechterung, jedoch mit einer anderen Entität entsteht die Rolle des Therapeuten. Status und Kompetenz bedürfen im Rahmen der häuslichen Betrachtung hier einer weiteren Untersuchung und ergeben sich aus der konkreten Ausgestaltung. Das gilt auch für die Aufgabe der Beibehaltung seelischen und sozialen Wohlbefindens durch soziale Integration. Hieraus bildet sich die Rolle des sozialen Integrators.

Die Anforderungen an das Verhalten aller Rollen mit den verschiedenen Aufgaben der Verbesserung schließen jeweils das Vorhandensein der nötigen zu präsentierenden oder im Laufe der Handlung zu interpretierenden Informationen ein. Ähnlich, wie in den vorhergehenden Prozessanalysen ist die Rolle des Daten- und Informationsspeichers hier auch notwendig.

2.3.3.2. Probleme Identifizieren

Der Kern dieses Prozessbestandteils ist die frühzeitige Erkennung problematischer Zustände. Entgegen der bisherigen Betrachtung der bürgerlichen Perspektive, ist die handelnde Entität hier nicht primär der Patient selbst. Die Identifikation der Probleme erfolgt durch die Auswertung gesundheitsrelevanter Parameter. Bereits definiert sind damit Haltung und Aufgabe, welche aus Sicht der Wohnung die Rolle des diagnostischen Instrumentes bilden. Wie auch in den bisherigen Rollendefinitionen ergibt sich Kompetenz und Verhalten aus der noch zu definierenden Ausgestaltung dieser Rolle. Dem voran geht jedoch das Vorhandensein der auszuwertenden gesundheitsrelevanten Parameter. Wie auch aus der Beobachtung im OpenEHR Problemlösungszyklus, folgt hier die Rolle des Messinstrumentes oder Sensors sowie die dafür notwendige Rolle des Datenspeichers.

2.3.3.3. Krankheiten diagnostizieren

Den konkreten Bezug von identifizierten Problemen zu einer bestimmten Krankheit stellt der diagnostische Prozess her. Wenngleich die konkrete Entität - sei es der Patient oder Arzt - durch die Wahl der Methoden, also Aufgabe und Verhalten, ähnlich handelt, wie in der bloßen Identifizierung der Probleme, nämlich in der Rolle als diagnostisches Instrument, unterscheidet sich die Ausgestaltung hier durch Kompetenz und Verhalten. Die ausschließliche Wahl evidenzbasierter Methoden ist eine Kerneigenschaft der Diagnostik. Bergmann beschreibt die Patienten als sich entwickelnd, zu mehr Selbstbestimmung mit dem Wunsch nach nachvollziehbaren Entscheidungen. Interpretiert als Haltung, lassen sich zwei weitere Rollen in diesem Prozessbestandteil identifizieren. Einerseits erwächst aus der Haltung Informationen zu bekommen wiederum die Rolle der Informationsquelle, andererseits agiert die Wohnung als EUS, indem die entsprechende Intervention zur Behandlung ausgewählt oder vorgeschlagen wird.

2.3.3.4. Krankheiten behandeln

Die offensichtliche Rolle des Therapeuten wird in diesem Prozessbestandteil durch eine übergreifende Rolle ergänzt. Betrachtet man die Entität der Rolle - den Therapeuten - als menschlichen oder technischen Handlungsträger, impliziert jedoch die Haltung, Kompetenz zu gewinnen, ergibt sich die Rolle des Forschungsinstrumentes. Noch deutlicher wird dies, bei der gleichen Betrachtung der vorhergehenden Rolle des diagnostischen Instrumentes. Steht hier nicht die Aufgabe der Diagnostik, sondern die Verbesserung selbiger im Vordergrund, ergibt sich eine klare Ausprägung der Wohnung als Forschungsinstrument.

2.3.3.5. Ein gutes Lebensende ermöglichen

Nach Bergmann ist die vordringliche Aufgaben zur Gestaltung eines guten Lebensendes die Konzentration auf Lebensqualität. Im Rahmen pflegerischer Tätigkeiten bieten entsprechende Akteure neben der grundlegenden Aufrechterhaltung von Hygiene und Ernährung vor allem die soziale Einbindung. Neben der Rolle als Pfleger, ist in diesem Prozessbestandteil also wiederum die Rolle des sozialen Integrators relevant. Hinzu kommt die vormals identifizierte Rolle der Informationsquelle. Als handelnde Entitäten treten hier vor allem Angehörige und Pflegende auf.

2.3.4. Rollen in der sektorenzentrierten medizinischen Versorgung

Die Aufteilung der Gesundheitsversorgung in Sektoren aus Gesundheitsangeboten strukturiert ein komplexes System von Leistungserbringern mit ihren gesundheitsrelevanten Handlungen. Aus allen erbrachten Aufgaben ergeben sich wiederum Rollen, in denen die Akteure aktiv werden. Die Übertragung in das häusliche Umfeld erfolgt hier zwar nach den in Abs. 2.1.4 herausgearbeiteten Sektoren Rettungsdienst, stationär, ambulant, Arzneimittelversorgung sowie Heil- und Hilfsmittel, ergibt durch die Vielzahl der hier tätigen Akteure jedoch häufig eine Überlappung der resultierenden Rollen. So basieren alle Handlungen in den jeweiligen Sektoren auf gesammelten Daten und Fakten. Die zu erheben und in geeigneter Form zu speichern vermögen - aus der häuslichen Perspektive - die Handlungen der Wohnung in den Rollen des Messinstrumentes und Datenspeichers. Zusätzlich erfolgt die Aufbereitung der Daten mit der Aufgabe, andere Akteure zu informieren. Analog zu bereits untersuchten Prozessen, kann - nach Übertragung ins häusliche Umfeld - dies als Rolle der Informationsquelle interpretiert werden. Obwohl die in allen Sektoren gültigen Rollen in Aufgabe und Handlung ähnlich sind, so unterscheiden sie sich mit Blick auf die Entität zumindest in Status und Kompetenz. Die Ausgestaltung in der Wohnung muss also auch hier wieder mit Blick auf diese Unterschiede in Status, Kompetenz und Haltung betrachtet werden.

2.3.4.1. Rettungsdienst und präklinische Versorgung

In der Choreographie der beteiligten Partner kommt dem Rettungsdienst als Initiator der Versorgungskette eine besondere Bedeutung zu [104] - stellt doch der medizinische Notruf entscheidende Weichen für die Gesundheitsversorgung. Im Kontext der Wohnung ist bereits die Erkennung einer Notlage als Handlung in einer Rolle zu sehen. Neben den bereits erwähnten, übergreifenden Rollen des Messinstrumentes und Datenspeichers, wird die Wohnung in der Rolle des EUS aktiv. Mit der tatsächlichen notrufauslösenden Handlung tritt die Wohnung als Akteur auf. Die recht generische Beschreibung gewinnt an Kontext, wenn man die Rollen entsprechend der Methodik im Prozess der Notfallerkennung zusammenfasst. Insgesamt kann diese Rolle der Wohnung als Alarmsystem oder Notrufsystem bezeichnet werden.

Im Zuge der medizinischen Erstversorgung leistet der Rettungsdienst initiale diagnostische Tätigkeiten. Dies lässt sich in Form der Rolle des diagnostischen Instruments direkt in den häuslichen Kontext übertragen.

2.3.4.2. Stationäre Versorgung und Rehabilitation

Die Aufgaben im Rahmen der stationären Gesundheitsversorgung sowie in diesem Sektor in ihren Rollen tätige Akteure sind extrem umfangreich und Gegenstand zahlreicher Betrachtungen. So zielen die Modelle des OpenEHR Problemlösungszyklus (vgl. Abs. 2.1.1), der klinischen Leitlinien (vgl. Abs. 2.1.2) und das Referenzmodell für die fachliche Ebene eines Krankenhauses (vgl. Abs. 2.1.4) originär auf diesen Sektor ab. Daraus ergeben sich neben den übergreifenden Rollen, alle bereits aus diesen Prozessen identifizierte Rollen der Wohnung.

Für die Übertragung einer Rolle in die Wohnung nach der angegebenen Methodik sind - je nach Ausprägung - die Anpassung von Status und Verhalten notwendig. Die stationäre Versorgung stellt spezifische Bedingungen zur Verfügung, unter denen medizinische Handlungen ausgeführt werden

können. Der Status eines Operationssaals ist nicht mit vertretbarem Aufwand in die häusliche Umgebung transferierbar. Um die Rolle des Operationssaals oder Operateurs annehmen zu können, müsste es jedoch möglich sein, die Wohnung in diesen Status zu versetzen sowie die entsprechenden Attribute der Situation herzustellen.

Herausgelöst aus dem Anforderungskatalog (vgl. Abs. 2.1.4 und [105]) sind Teile der Patientenbehandlung im häuslichen Umfeld realisierbar. So lässt sich die Entscheidungsfindung, Behandlungsplanung und -organisation durch ein entsprechendes EUS abbilden. Die Rolle folgt entsprechend. Etwas allgemeiner stellt sich die Aufgabe der Maßnahmendurchführung dar. Hier werden sowohl diagnostische, therapeutische, als auch pflegerische Maßnahmen adressiert. Dies beinhaltet eine Reihe von möglichen Rollen, je nach konkreter Aktivität innerhalb der definierten Teilaufgaben. Da der Anforderungskatalog hier nicht weiter ins Detail geht, sollen hier nur die bereits herausgelösten Rollen der Maßnahmendurchführung in anderen untersuchten Prozessmodellen herangezogen werden. So sind die Rolle des Messinstrumentes, des diagnostischen Instrumentes, des Pflegers und des Therapeuten oder Therapieinstrumentes auch hier wiederzufinden. Ebenfalls analog zu anderen Prozessmodellen findet sich die Rolle des Informationsinstrumentes in den, im Anforderungskatalog zahlreich definierten Aufgaben zur Dokumentation (z.B. von Leistungen, klinischen Maßnahmen oder im Rahmen des Führens der Krankenakte) wieder. Die zu informierende Person kann hier als Attribut der Situation betrachtet werden. Damit lässt sich im Rahmen der Rolle auch die Teilaufgabe “[...] Bereitstellung der Krankenakten” [105, S. 17] abbilden, wenn der Empfänger nicht die Entität - also die Wohnung - selber ist. Im Kontext der Krankenakten ist auch die Archivierung eine maßgebliche Aufgabe. Sie lässt sich direkt in die Wohnung übertragen, welche dann in der Rolle als sicherer Datenspeicher fungiert. Einen letzten Schwerpunkt der aufgabenbezogenen Anforderungen bildet die Aufgabengruppe “Forschung und Lehre” [105, S. 23], deren Aufgaben sich in zwei Rollen übertragen lassen. Einerseits findet sich hier die bereits definierte Rolle des Forschungsinstrumentes und andererseits die Rolle des Lehrenden, als Spezialisierung der Wohnung als Informationsquelle mit eventuell zu integrierenden didaktischen Aspekten in Haltung und Kompetenz.

Alle weiteren Aufgaben der stationären Gesundheitsversorgung im Krankenhaus lassen sich durch unübertragbare Attribute der Situation (z.B. benötigtes Material) nicht in das häusliche Umfeld übertragen.

2.3.4.3. ambulante Versorgung

Die Gesundheitsversorgung im ambulanten Sektor zeichnet sich im Kontext der Rollenanalyse vor allem durch die Veränderung der Situationsattribute im dynamischen Aspekt der Rolle aus. Die zu erledigenden Aufgaben lassen sich zu maßgeblichen Teilen bereits in der Beschreibung von Einrichtungen der stationären Gesundheitsversorgung wiederfinden. Hierzu gehören die Rollen des Mess-, Therapie- und Diagnoseinstrumentes sowie der Informationsquelle. Letzteres findet vor allem in einer sich von der stationären Versorgung abgrenzenden Rolle statt. Speziell in der hausärztlichen Versorgung finden Aktivitäten zur Erfüllung der Vorsorge statt. Die Übertragung dieser Rolle in die Wohnung erfordert die Anpassung von Haltung und Kompetenz, da die eigentlichen Vorsorgeuntersuchungen im Rahmen von Konsultationen ambulanter Gesundheitsdiensteanbieter nicht vollständig in der Wohnung abbildbar oder sinnvoll sind. Stattdessen kann durch Anpassung der

Normen die Vorsorge um weitere Handlungen erweitert werden.

Auch das Führen und Bereitstellen von Patientenakten ist in der ambulante Gesundheitsversorgung relevant. Analog zur stationären Versorgung kann die Rolle als Datenspeicher und Informationsinstrument ins häusliche Umfeld übertragen werden.

2.3.5. Rollen im Mintzberg-Modell

Die Anwendbarkeit des Mintzberg Modells ist begrenzt durch den primär auf das Management ausgerichteten Fokus. Wenngleich sich aus den bereits betrachteten Prozessmodellen einige Rollen für die Gesundheitsdiensteanbieter in den drei Sektoren Heilen, Umfeld und Steuerung (vgl. Abs. 2.1.5.1) ergeben, sieht das Modell hier doch keine konkreten Aktivitäten vor, welche sich in das häusliche Umfeld übertragen und damit eine weitere Rolle ergeben könnten. Interpretiert man den Sektor an sich als Aufgabe, lässt sich zumindest die Handlung, als dynamischer Aspekt der Rolle ausfüllen. Die konkrete Spezifizierung der statischen Zielattribute bleibt jedoch unmöglich, da die reine Beschreibung der Aufgaben Heilen, Verbindung zum Umfeld und Steuerung nicht ausreichen. So lassen sich lediglich die bereits bekannten Rollen, wie das Therapieinstrument im Sektor Heilen, der soziale Integrator im Sektor Umfeld oder die Rollen des Datenspeichers, Forschungsinstrumentes und der Informationsquelle des Sektors Steuerung indirekt ableiten.

Eine weitere Ebene der Abstraktion öffnet Mintzberg in seiner Beschreibung des Sektors Pflegen in Zusammenhang mit dem Sektor Heilen. Die hier genannten vier Grundaktivitäten Eingriff, Einnahme, Manipulation und Mediation ermöglichen eine genauere Identifikation von Rollen in diesen beiden Sektoren. Entsprechend der beschriebenen Methodik, können die Grundaktivitäten als Teilinstanz einer Aufgabe interpretiert und somit als dynamisches Zielattribut der Handlung analysiert werden. Die statischen Zielattribute der Entität sind - ebenfalls entsprechend der Methodik - auf das häusliche Umfeld zu adaptieren, sofern möglich.

Die Grundaktivität des Eingriffes ermöglicht diese Adaption nicht, da die notwendigen Materialien als Attribut der Situation - und damit die Situation - sowie die Kompetenz in der Wohnung nicht vorhanden sein können. Eine Analogie hierzu sind z.B. die invasiven Operationen im Krankenhaus.

Die Grundaktivität der Einnahme kann - bezogen auf die Medikation - durch die Rolle der Arzneimittelunterstützung in das häusliche Umfeld übertragen werden. Eine weitere Ableitung von Normen (und demnach Handlungen) kann durch die Abstraktion des Modells nicht erfolgen. Eine weitere Ableitung ermöglicht die Interpretation des Begriffes im Rahmen der kontrollierten Nahrungsaufnahme. Die entsprechende Aufgabe des Diätmonitoring kann als dynamische Form der Erwartung die Handlung in der Rolle des Diätassistenten bilden. Durch Adaption von Haltung und Kompetenz ergeben sich die Rahmenbedingungen für die Entität in der Rolle.

Mintzberg beschreibt als dritte Grundaktivität die Manipulation, welche sich im Spektrum zwischen den Sektoren des Modells breit auf die Sektoren Heilen und Pflegen verteilt. Hiermit ist vor allem die manuelle Ausführung von Handlungen gemeint, welche sich nur durch Beibringen der entsprechenden Situationsattribute in das häusliche Umfeld übertragen ließen. Diese Handlungen können sowohl der Pflege, als auch der Heilung dienen. Je nach Intervention ergibt sich die bereits definierte Rolle des Therapeuten oder Therapieinstrumentes. Als Form der Unterstützungsleistung, also durch Einschränkung der Erwartung bzw. Funktion, kann eine entsprechende Rolle

ebenso formuliert werden. Der dynamische Aspekt beschreibe hier eher die Therapieanleitung oder Wissensvermittlung. Beides lässt sich zwar unter der Rolle des Informationsinstrumentes subsumieren, sollte jedoch in der tatsächlichen Ausgestaltung von Haltung und Handlung innerhalb der Rolle differenziert werden.

Vollständig auf beide Sektoren Pflegen und Heilen verteilt sind Handlungen der Grundaktivität Mediation. Sie dienen zu gleichen Teilen und untrennbar der Pflege und Heilung (z.B. Gesprächstherapien). Die Abbildung dieser mediativen Handlungen in Rollen der Wohnung ist durch die entsprechend notwendigen Kompetenzen nur begrenzt übertragbar, jedoch grundsätzlich in punktuellen Interventionen denkbar. Hieraus ergibt sich erneut die Rolle des Therapeuten. Wie schon bei anderen Prozessmodellen, aus denen diese Rolle folgt, kann die Adaption der Aufgabe hin zur Befähigung einer anderen Entität zur Übernahme der zur Erfüllung der Aufgabe nötigen Handlungen erfolgen. Konkret kann die Wohnung in der Rolle des Kommunikationsinstrumentes oder sozialen Integrators also zur Erfüllung der Aufgabe Gesprächstherapie beitragen.

2.3.6. Rollen in HTA-Gruppen

Die Gruppierung von AGT im Rahmen des Gesundheitstechnologieassessment ermöglicht eine beinahe direkte Ableitung von möglichen Rollen der Wohnung. Sie lässt sich in Gänze oder Teilen selbst als AGT betrachten und kann demnach den entsprechenden Gruppen angehören. Die Aufgaben jeder Gruppe sind in der theoretischen Gruppierung bereits definiert, lassen sich also direkt auf Umsetzbarkeit in die Wohnung untersuchen - also auf mögliche Adaption von Haltung und Kompetenz.

Die Gruppe der Präventionstechnologien adressiert die vorbeugende Verhinderung von Krankheiten. Diese Eintrittswahrscheinlichkeit kann die Wohnung in der Rolle des Vorsorgeinstrumentes übernehmen. Die entsprechenden Handlungen - sofern nicht vom Bewohner selbst übernommen - finden sich hauptsächlich in der Anleitung und Information zu gesundheitserhaltendem Verhalten. Als Teil der Rolle kann wiederum die Wohnung als Informationsquelle und Lehrinstrument auftreten.

Den Hinweis auf mögliche Anomalien geben AGT der Gruppe Screening, welche Risikofaktoren auch bei asymptomatischen Patienten erkennen. Nahezu deckungsgleich und deshalb hier einheitlich betrachtet ist die Gruppe der AGT zur Diagnose, welche die Ursache, Ausprägung und Ausdehnung einer Erkrankung erkennen. Neben der offensichtlichen Rolle als Messinstrument, muss auf das Vorliegen einer eventuellen Grenzwertverletzung entschieden werden. Die Wohnung tritt also erneut als EUS auf. Wie in den anderen Fällen, in denen die Wohnung als EUS agiert, sind eine entsprechende Wissensbasis und Handlungen in Ausfüllung der Rolle als Informationsinstrument notwendig. Das eigentliche Stellen einer Diagnose ist bereits Teil anderer Versorgungsmodelle gewesen und lässt sich in der Rolle der Wohnung als diagnostisches Instrument abbilden.

AGT in der Gruppe der Behandlung verbessern den Gesundheitszustand. Die Wohnung tritt hier also in der abstrakten Rolle des Aktors auf, wobei sich die Handlungen natürlich je nach Erkrankungen spezifizieren. AGT zur Rehabilitation haben ebenfalls das Ziel der Verbesserung des Gesundheitszustandes, hierbei jedoch bezogen auf bestehende physische oder psychische Einschränkungen. Wenngleich möglicherweise entstanden aus der Folge einer Erkrankung, sind sie nicht

bezogen auf direkte Symptome und damit abgegrenzt von der Gruppe der AGT zur Behandlung. Die Betrachtung der Wohnung als AGT macht eine Unterscheidung in diesem Versorgungsmodell möglich, welches in den anderen Modellen weniger offensichtlich war: die Unterscheidung des Therapeuten und Therapieinstrumentes. Agiert die Wohnung in der Rolle des Therapeuten, besitzt sie die Kompetenz zur alleinigen Durchführung der kompletten Therapie. Handelt sie im Rahmen ihrer Rolle als Therapieinstrument, ist sie lediglich Material als Situationsattribut der Handlung der, die Rolle des Therapeuten ausfüllenden Entität. Betrachtet man diese Abstraktionslinie in die entgegengesetzte Richtung, ist die Rolle des Therapeuten wiederum nur eine unter vielen im Rollenset des Gesundheitsmanagers. Die sich hieraus ergebende Aufgabe der Koordination mehrerer Therapien wird bei dieser Betrachtung der Abstraktionsebenen deutlich.












Die abschließende Gruppe bilden AGT zur Linderung von z.B. Schmerz, Symptomen oder Unwohlsein zur Verbesserung der Lebensqualität. Die Dimensionen adäquater Linderung sind vielseitig. Die Wohnung kann hier als Informationsquelle, sozialer Integrator und als Therapeut oder Therapieinstrument auftreten, wenngleich die Therapie - entsprechend des Kontext - palliativer Natur sein wird.

2.4. Zwischenfazit




































Das folgende Kapitel soll die patientenzentrierte Betrachtungsweise durch Auflisten und einfaches Systematisieren der identifizierten Rollen einbeziehen und bildet den Übergang zur inhaltlichen Rollenanalyse mit der Wohnung als Kontext.

2.4.1. Identifizierte Rollen

Aus den betrachteten Versorgungs- und Prozessmodellen ergeben sich zwischen 13 und 16 verschiedene Rollen mit teilweise überlappenden Rollenhandlungen, die zu den folgenden elf Rollen aggregiert werden können:

1.  Messinstrument
2.  Datenspeicher
3.  Informationsquelle
4.  Diagnostisches Instrument
5.  Entscheidungsunterstützungssystem
6.  Therapeut und Akteur
7.  Sozialer Integrator
8.  Präventionsinstrument
9.  Pflegesystem
10.  Gesundheitsmanager
11.  Forschungssystem

Die Substitution der ursprünglichen Rollendefinitionen mit den aggregierten Rollen in jeweiligen Versorgungs- und Prozessmodellen führt zu folgender Zuordnung von potentiellen Rollen der Wohnung, extrahiert aus den Modellanalysen:

OpenEHR	 Messinstrument	 Entscheidungsunterstützungssystem	
Problemlösungszyklus	 Diagnostisches Instrument	 Therapeut und Akteur	 Gesundheitsmanager
Klinische Leitlinien	 Messinstrument	 Datenspeicher	 Entscheidungsunterstützungssystem
	 Diagnostisches Instrument	 Therapeut und Akteur	
Bürgerliche Perspektive nach Bergman	 Messinstrument	 Entscheidungsunterstützungssystem	
	 Diagnostisches Instrument	 Therapeut und Akteur	 Sozialer Integrator
	 Präventionsinstrument	 Pflegesystem	
Sektorenzentrierte medizinische Versorgung	 Messinstrument	 Informationsquelle	 Entscheidungsunterstützungssystem
	 Diagnostisches Instrument	 Therapeut und Akteur	
Mintzberg-Modell	 Datenspeicher	 Informationsquelle	 Therapeut und Akteur
	 Sozialer Integrator	 Forschungssystem	
Gesundheitstechnologiebewertung	 Messinstrument	 Datenspeicher	 Entscheidungsunterstützungssystem
	 Informationsquelle	 Therapeut und Akteur	 Präventionsinstrument
	 Pflegesystem	 Forschungssystem	

2.4.2. Systematisierung der Rollen

Aus der Prozess- und Versorgungsmodellanalyse lassen sich entlang der identifizierten Rollen verschiedene, auf den Patienten bezogene Anwendungsfälle und Ziele zusammenfassen. Ziel der Systematisierung ist es, das Spektrum der Rollenhandlungen greifbar zu machen und die Möglichkeiten der Wohnung informell zu erfassen, um die Analyse der Rollen in Kapitel 3 zu unterstützen. Es soll in diesem Zwischenschritt keine formale Strukturierung der Rollen erfolgen.

Neben dem primären Ziel, gesund zu bleiben oder zu werden, ist für den Patienten sowie alle beteiligten Akteure die Information über den Zustand, Prozess oder den Kontext wichtig. Diese Informationen helfen die soziale Einbindung durch Halten von Kontakt zu ermöglichen sowie auch das Ende von Wohn- und Versorgungsszenarien in Würde zu gestalten. Zusammengeführt ergeben sich also fünf hauptsächliche Funktionen, welche die Wohnung durch die Rollenübernahme abdeckt. Die grafische Darstellung dieser Einordnung zeigt Abb. 2.7.

“gesund bleiben” beschreibt (präventive) diagnostische und therapeutische Handlungen. Der Status *gesund* ist hierbei relativ zur Ausgangsposition zu sehen und deckt damit auch die Handlung *den Gesundheitszustand erhalten* ab.

“gesund werden” ist als Verlaufsziel für die erfolgreiche Verbesserung des Gesundheitszustandes zu sehen.

“sich informieren” bildet die Grundlage für andere Funktionen, dient aber explizit auch zum zunächst ungerichteten Selbstzweck.

“in Kontakt bleiben” adressiert die soziale Einbindung und die, auch professionell und dienstleistungsorientierte, Anbindung an Versorgungs- und Gesellschaftsprozesse.

“in Würde gehen” umfasst die Handlungen, die sich aus der Wohnung hinaus richten. Hierzu gehören neben Überleitungen in andere Wohn- und Lebensformen - beispielsweise stationäre Pflegeeinrichtungen - auch palliative und begleitende Handlungen in Sterbesituationen.

Es handelt sich um eine grobe Strukturierung, welche die Grundlage für die nachfolgenden Betrachtungen bildet. Einige Rollen bilden systematische oder infrastrukturelle Grundlagen und sind innerhalb aller fünf Funktionen nutzbar. Sie bilden das Fundament. Die funktional fokussierten Rollen überlappen teilweise. Über der Strukturierung steht die Wohnung als Forschungssystem, da sie - nicht zuletzt gezeigt durch diese Arbeit - selbst Ort und Gegenstand von Forschungsaktivitäten und damit aller Rollen in den fünf Funktionen und des Fundamentes ist.

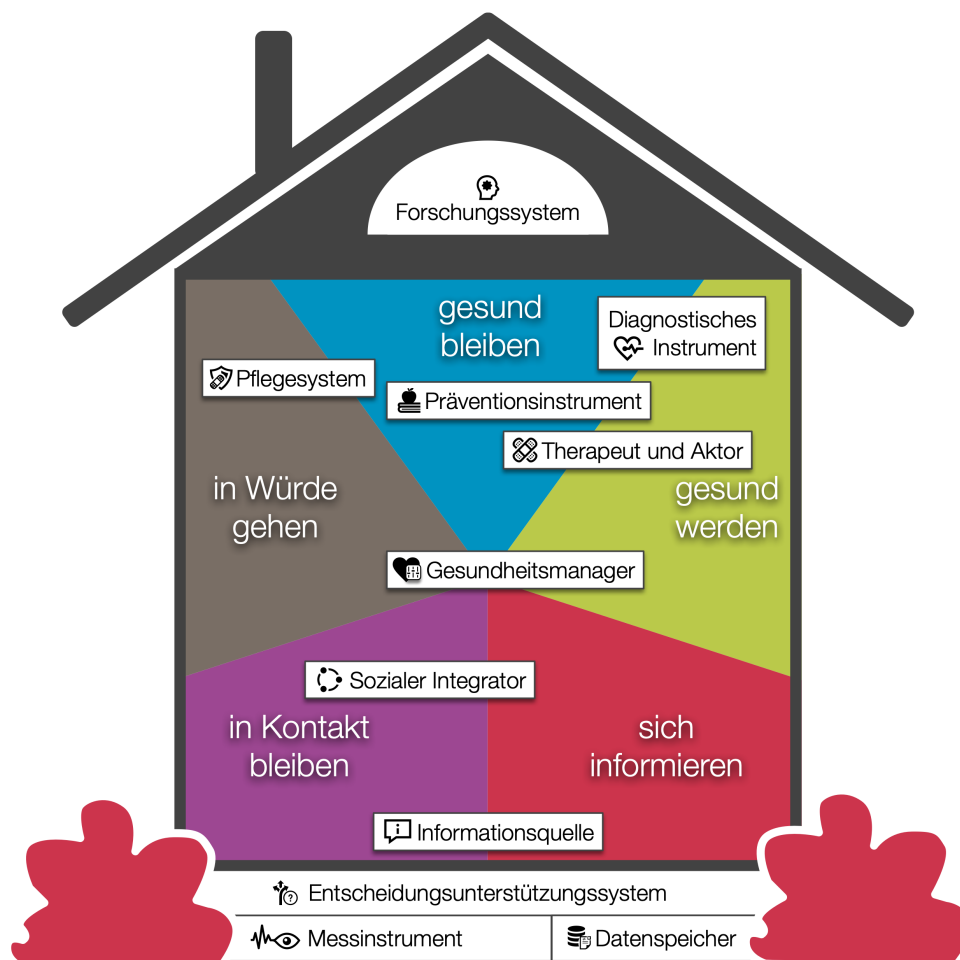


Abbildung 2.7.: Identifizierte Rollen der Wohnung in fünf Dimensionen patientenzentrierter Sichtweise.
(Quelle: eigene Darstellung)

3 Analyse der Rollen

Die insgesamt elf identifizierten Rollen werden im nachfolgenden Kapitel auf einheitliche Weise analysiert. Nach anfänglicher Darlegung der Methodik erfolgt die Anwendung selbiger auf die Rollen. Das Ergebnis wird zur späteren Verarbeitung im Integrationsszenario abschließend zusammengefasst.

3.1. Methodik der Rollenanalyse

Zur Analyse der identifizierten Rollen findet eine einheitliche Methodik Anwendung, die sowohl inhaltlich als auch strukturell die nachfolgenden Kapitel in Abs. 3.2 bestimmt. Die Unterkapitel richten sich nach den Kernpunkten der Methodik. Der eigentlichen Rollenanalyse folgt die Herausarbeitung der Anforderungen zur Rollenübernahme sowie die Darstellung beispielhafter Realisierungen. Diese werden abschließend diskutiert und es erfolgt die Betrachtung der Einbindung in Versorgungsprozesse und weitere Rollen.

Die inhaltliche Vorgabe dieser fünf Punkte wird in den folgenden Unterkapiteln dargestellt.

3.1.1. Rollenanalyse

Die Rollenanalyse erfolgt entlang des Rollenmetamodells aus Abs. 2.2.1.3 und beschreibt sowohl die statischen, als auch die dynamischen Aspekte.

Erstere bilden die Haltung, die sich im Wesentlichen aus den normbildenden Verantwortlichkeiten, die es in Bezug auf die in Abs. 2.1 dargestellten Versorgungsmodelle herauszuarbeiten gilt. Die Erwartungen an die Rolle werden formuliert und führen zum Pendant im dynamischen Teil der Rolle, der Aufgabe, als maßgeblicher Aspekt des Verhaltens.

Das Verhalten - als dynamischer Teil der Rolle - wird durch die Handlungen bestimmt, die für die Erfüllung der Aufgabe definiert werden. Den Bezug zur Wohnung stellt die Betrachtung des Kontext her, der in Form von notwendigen Fähigkeiten - also vorhandener Assistenzsysteme oder baulicher Gegebenheiten - sowie der herzustellenden Situation beschrieben wird.

Je nach Art des Versorgungsmodells, erfolgt die Analyse in Bezug auf die Rolle entweder aus Sicht der Haltung oder des Verhaltens, also entweder durch Herausarbeitung der Erwartungen und Ableitung der kontextbezogenen Handlungen oder umgekehrt. Es werden ausschließlich Versorgungsmodelle mit einbezogen, aus denen die Rolle ursprünglich ableitbar war.

3.1.2. Anforderungen der Rolle

Die Erwartung an die Rolle (Haltung) sind die ergebnisorientierten Anforderungen an deren Handlungen, die hierfür herausgearbeitet werden. Als relevante Punkte kommen also entweder statische

Verantwortlichkeiten, wie Gesetze, Verhaltensnormen, domänenbezogene Zielsetzungen und “Best-Practices”, oder dynamische Kontextparameter, wie benötigte Kompetenzen oder vorhandenes Material, in Betracht.

3.1.3. Realisierung der Anforderungen

Der Abschnitt Realisierung beschreibt die Rollenhandlungen in der Umsetzung, sodass die, aus den Erwartungen abgeleiteten Anforderungen erfüllt werden. Um die Strategien und Methoden zur Erfüllung aufzuzeigen, erfolgt eine Darstellung von beispielhaften Realisierungen einzelner oder mehrer Anforderungen in Form von Teilaspekten bestimmter Projekte. Die Projektbeschreibung ist hierbei gekürzt und stellt nicht notwendigerweise den kompletten Projektumfang dar, da sie sich auf den, die Anforderung erfüllenden Teilaspekt des Projektes bezieht. Eine lineare Projektdarstellung bietet Kapitel 4.

3.1.4. Diskussion der Realisierung der Rollenübernahme

Die Einordnung der dargestellten Realisierungen erfolgt im Rahmen der Diskussion. Die wichtigsten Punkte sind hier die Relation zu Ergebnissen der Literatur sowie die Bedeutung der dargestellten Realisierungen in diesem Kontext für das Forschungsgebiet und bezogen auf die adressierten Anforderungen. Hinzu kommt die Betrachtung des rolleneigenen Gesamtkontext und die die Auswirkungen der dargestellten Realisierungen hierauf. Sofern notwendig, werden Einschränkungen der Anwendbarkeit, Methodik oder Abgrenzungen dargelegt, welche die Realisierung in Bezug auf die Erfüllung der Anforderungen aufweisen.

Lassen sich aus verschiedenen Realisierungen von Einzelanforderungen übergeordnete Prinzipien ableiten, die für die Rollenübernahme relevant sind, so findet deren Beschreibung ebenfalls im Rahmen der Diskussion statt.

3.1.5. Einbindung in Versorgungsprozesse und Rollenverknüpfungen

Die Einbindung in Versorgungsprozesse folgt in der Regel direkt aus den dargestellten Realisierungen und hieraus abgeleiteten Methoden. Die notwendigen Schritte, Rahmenbedingungen oder weitere Anforderungen werden in diesem Abschnitt dargelegt. Hinzu kommt die Anwendung von Rollenhandlungen anderer Rollen, welche hier als Abhängigkeiten aufgelistet werden. Sofern möglich, soll die Reihenfolge der Rollenanalyse von grundlegenden Rollen und durch sie bereitgestellte Fähigkeiten zu komplexeren Rollen, die wiederum auf diese Fähigkeiten aufbauen erfolgen. Wechselseitige Abhängigkeiten können auftreten und werden entsprechend aufgezeigt. Hieraus ergeben sich auch Interrollenbeziehungen, welche ebenfalls Inhalt dieses Abschnittes sind.

3.2. Ergebnisse der Rollenanalyse

3.2.1. Die Wohnung als Messinstrument

Die Rolle des Messinstrumentes folgt aus jeder vorhergehend untersuchten Prozessbeschreibung. Das Messen von Daten, als primäre Handlung, ist für alle darauf aufbauenden Rollenhandlungen relevant. So sind alle Schlussfolgerungen von Entscheidungsunterstützungssystemen oder Forschung im Rahmen medizinischer Studien auf qualitativ hochwertige Daten angewiesen. Nachfolgend soll die Systematisierung anhand des Rollenmetamodells (vgl. Abs. 2.2.1.3) die Anforderungen und möglichen Strategien zur Erfüllung dieser Anforderungen aufzeigen.

3.2.1.1. Rollenanalyse

Die statische Rollenbeschreibung zum Messinstrument erzeugt zunächst die kontextunabhängige Erwartung, dass alle nötigen Daten in hoher Qualität und in ausreichender Frequenz gemessen werden. Hieraus abgeleitet ergeben sich die normbildenden Werte, Rechte und Pflichten, welche sich in den Anforderungen Datenqualität, domänenübergreifende Erhebung und Sekundärnutzung, Standardisierung sowie ethischen Wertvorstellungen widerspiegeln und in den entsprechenden Abschnitten beschrieben werden. Durch die Rollenübernahme der Wohnung ergibt sich als entsprechendes Produkt die erhobenen Daten mit den geforderten Attributen. Die Handlung, entsprechend des Metamodells, definiert sich als Messen oder Erheben der Daten. Die erforderliche Kompetenz und die Beschreibung der Situation ergibt sich durch Anwendung der nachfolgend beschriebenen Methoden und Lösungsstrategien.

3.2.1.2. Anforderungen

Domänenübergreifende Erhebung Die Erhebung von Daten im häuslichen Umfeld lässt sich nicht auf den medizinischen Anwendungsfall begrenzen. Ein Großteil der Daten kommt aus primär fachfremden Domänen der Hausautomatisierung und Gebäudesteuerung mit ihren Professionen, wie der Lichtsteuerung oder Energieoptimierung. Ambiente Parameter, wie Präsenz, Raumtemperatur oder Tür- und Fensterstatus, bieten die Grundlage zur weiteren Verarbeitung der Daten. Die Erhebung erfolgt für den Regelbetrieb aber nicht aus primär medizinischem Interesse. Dies gilt für alle häufig gemessenen ambienten Parameter. Hierzu gehören:

- Präsenz (gemessen durch Präsenzmelder oder abgeleitet durch Schaltaktionen)
- Tür-/Fensterstatus (geöffnet/geschlossen)
- Raumhelligkeit (Radiosität bzw. Lichtstärke)
- Raumtemperatur
- Luftfeuchtigkeit (relativ, absolut inkl. Taupunkt)

Der am häufigsten verwandte körperbezogene Messwert Beschleunigung lässt sich zur Ableitung von Bewegung heranziehen, welche wiederum durch den Einsatz ambienter Sensorik auch direkt durch Bewegungsmelder gemessen werden kann, sofern nur das aggregierte Konzept von Interesse ist. Bei allen Parametern wird deutlich, dass die Erhebung in der Wohnung nicht zweckgebunden erfolgen muss. So kann die Nutzung in der Ausfüllung anderer Rollen anderer Domänen ebenso die

Messung der o.g. Parameter erforderlich machen. Beispielsweise ist die energetische Optimierung der Kühlstufensteuerung eines Gefrierschranks ebenso auf das Nutzungsverhalten angewiesen, wie das Anwendungssystem zur Diagnose einer Ernährungsstörung [137].

Sensoren im häuslichen Umfeld sollen also anwendungsunabhängig eingebracht und domänenübergreifend genutzt werden, um die Datenerhebung möglichst effizient zu gestalten. Dies umfasst auch die verschiedenen, subsummierten Professionen, seien es Sozialarbeiter, Pflegekräfte und Ärzte der medizinischen Domäne oder Elektriker, Heizungsinstallateure und Architekten, die in der Baudomäne als *Gewerke* bezeichnet werden. Die Anforderung lässt sich damit um die gewerkeübergreifende bzw. die transprofessionelle Erhebung erweitern. Dies deckt sich mit den Zielen der technischen Gebäudeausrüstung und Hausautomatisierung im Allgemeinen, sollen doch verbaute Systeme möglichst energetisch effizient und gleichzeitig umfassend arbeiten [138]. Die Wohnung in ihrem Rollenset als Gesundheitsstandort kann und sollte Messungen als Sekundärnutzer auf bestehenden Infrastrukturen, beispielsweise der Wohnbauunternehmen, ausführen.

Domäneninformationsmodell Eine flexible Weiterverarbeitung gewonnener Sensordaten erfordert die strukturierte Beschreibung von Konzepten, Beziehungen, Beschränkungen, Regeln und Aktionen, zur Spezifikation der Semantik der Domäne (Domäneninformationsmodell, DIM, vgl. [139]). Wenn im Sinne der domänenübergreifenden Erhebung von Daten auch eine übergreifende Weiterverarbeitung stattfinden soll, kann dies nicht isoliert geschehen. Die vordringlichsten Probleme, wie Interoperabilität, Usability, Datensicherheit, Zuverlässigkeit und die Qualität der Benutzererfahrung werden jedoch bisher alleinstehend adressiert und nicht durch ein gemeinsames DIM verknüpft [140]. Im Bereich des AAL existieren eine Reihe von DIM, zumeist basierend auf Ontologien (siehe z.B. [141–144]), auch wenn sich herausgestellt hat, dass diese in der Praxis schwer zu handhaben sind [143]. Im Kern bedient das DIM die basalere Anforderung nach einer terminologischen Bindung der Messwerte durch ein ausreichend expressives Vokabular mit nötigem semantischen Spektrum.

Datenqualität Aus den Strukturqualitätsmerkmalen von Informationssystemen lässt sich die Norm für die Rollenerwartung nach qualitativ hochwertigen Daten ableiten. In ihrer Rolle als Messinstrument sollen gemessene Daten den Datenqualitätskriterien [145, S. 153] entsprechen. In der Anwendung als erwartungsbildende Norm für die Rolle des Messinstrumentes ergeben sich Interpretationsspezifika, die nachfolgend für die relevanten Kriterien dargestellt werden sollen.

Korrektheit beschreibt die Übereinstimmung des Messwertes mit der Realität, innerhalb der physikalischen Grenzen des eingesetzten Messinstrumentes. Sind Daten falsch oder können nicht korrekt ermittelt werden, muss dies im Sinne der Zuverlässigkeit (s.u.) dem eigentlichen Messwert angefügt werden.

Integrität ist gewährleistet, wenn Daten eindeutig identifiziert und referenziert werden können. Insbesondere in hochfrequenten Sensordatenströmen darf die Zuordnung zum Datum selbst, zum erzeugenden Gerät und der Zeit nicht verloren gehen.

Zuverlässigkeit muss als Aussage über das eigentliche Datum nachvollziehbar sein. Wenn ein Sensor fehlerhaft oder gar nicht arbeitet müssen die Werte, die er liefert entsprechend gekennzeichnet werden, um fehlerhafte Folgeberechnungen oder Interpretationen zu vermeiden.

Genauigkeit ergibt sich aus dem Anwendungszweck und muss angemessen sein.

Authentizität ist eine Grundlage für die Nachvollziehbarkeit von Schlussfolgerungen oder Entscheidungen auf Grund von gemessenen Daten. Für Messung ambienter Parameter im häuslichen Umfeld bedeutet dies vor allem, dass die Metainformationen zum Messgerät (z.B. dem Feuchtigkeitssensor) auch zum Zeitpunkt der Auswertung der Daten zur Verfügung stehen müssen. Dies ist eng verwandt mit der Anforderung der Zuverlässigkeit, geht aber insofern darüber hinaus, dass nicht nur Attribute des Datums, sondern auch des sie erzeugenden Gerätes mit zu dokumentieren sind.

Vertraulichkeit muss schon beim Messen und Zugänglichmachen der Daten gewährleistet werden, bedarf jedoch einer genaueren Differenzierung. Im Kontext der domänenübergreifenden Erhebung muss nicht der Messvorgang an sich, sondern der nachgelagerte Zugriff auf den Messwert restriktiv behandelt werden. Insbesondere bei der Sekundärnutzung der Messinfrastruktur liegt das Vertraulichkeitslevel für Messwerte auf Systemebene. Ein alleiniger Zugriff auf ein Datum durch eine Domäne stünde also in Konflikt mit der ersten Anforderung und lässt sich nur durch Definition des Vertraulichkeitsrahmens um das Gesamtsystem - in diesem Fall die Wohnung - ziehen.

Weitere Kriterien zur Datenqualität sind entweder nicht relevant oder ohne spezifische Besonderheiten anwendbar.

3.2.1.3. Realisierung

Die Entwicklungen im Bereich des Ambient Assisted Living (AAL) streben langfristig hin zu einer integrierten und gleichsam multimodalen Erfassung, Auswertung und Intervention. Dies gilt vor allem im Kontext der zunehmenden Zahl von Akteuren im häuslichen Umfeld. So benötigen neben AAL auch weitere Domänen Sensorik und Aktorik in Wohnungen und Gebäuden. Hierzu zählen Gewerke, wie das Energiemanagement, das technische Gebäudemanagement, die Heizungs- und Klimasteuerung, SmartHome-Komponenten und weitere. Die Erfahrung aus bisherigen Projekten hat jedoch gezeigt, dass eine Fusion breit aufgestellter Sensorik im häuslichen Umfeld erhebliche Potentiale für die Erkennung, Diagnose und Behandlung psychischer und physischer Erkrankungen birgt (vgl. z.B. [72,146]). Bisherige Forschungsarbeiten in diesem Umfeld bilden zwar eine solide Grundlage einzeln verfügbarer Technologien, tragen den kombinierten Anforderungen jedoch nur begrenzt Rechnung, da sie sich auf dedizierte Technologien einer einzigen Domäne wie AAL oder SmartHome beziehen. Auch Middleware-Plattformen mit integriertem Ansatz fokussieren entweder die medizinische Unterstützung oder ermöglichen Smart Home Anwendungen mit dem Fokus auf ältere Menschen (vgl. z.B. [147,148]). Ähnliche Bestrebungen existieren im Energiemanagement, im technischen Gebäudemanagement oder in der Gebäudesicherheit. Im Kern steht die Anforderung nach einer effizienten multimodalen sensorischen Absicherung für den jeweiligen domänenspezifischen Aufgabenbereich bei gleichzeitiger Reduktion der aufgewendeten Ressourcen [149].

Die originäre Idee des „smart house“ (dt.: intelligentes Haus) von Stefanov postuliert die Errichtung eines „home bus“ (dt.: Hausbus) zur Verbindung aller im Haus aktiver Professionen vor [150]. In Erweiterung der in der ursprünglichen Arbeit angegebenen Bereiche Hausautomation, Gesundheitsmonitoring, assistive Geräte, Freizeitgeräte und Geräten zum Informationsaustausch, definiert das Projekt BASIS (vgl. Abs. 4.1 und [137,149]) weitere Handlungsfelder im Bereich der

Gebäudeautomatisierung sowie deren technologische Verknüpfung. Ziel des Projektes BASIS ist es, ein intelligentes, skalierbares System zur Gebäudeautomatisierung zu entwickeln, welches allen beteiligten Domänen im häuslichen Umfeld eine einheitliche, flexible und energieeffiziente Sensor- und Aktorinfrastruktur zur Verfügung stellt. Das System ist darüber hinaus in der Lage mit Softwareplugins in logisch separierten Containern, die im Projekt als Partitionen bezeichnet werden, die primären domänenspezifischen Anwendungsfälle abzudecken.

Gewerkeübergreifende Sensorinfrastruktur BASIS ist als verteiltes System konstruiert, welches die Steuerung aller technischen Gebäudeausrüstung ermöglicht. Darüber hinaus erlaubt es die Anbindung von Sekundärkomponenten, wie Anwendungen zur Alltagsassistentz oder Informatikwerkzeugen für diagnostische und therapeutische Zwecke. Die Grundlage dieses Designs ist ein Bussystem, welches die im Gebäude verbauten Busgeräte verbindet. Ein Busgerät besteht jeweils aus einem Busknoten, der als kosteneffizientes System-on-a-Chip (SoC) konzipiert ist. Als eingebaute Betriebssystemfunktion bietet der Busknoten die Möglichkeit binäre Ein- und Ausgabe zu steuern. Ferner kann die Software durch Sonderfunktionen und freie Sonderfunktionen erweitert werden. Hierbei handelt es sich z.B. um Softwaremodule zur Ansteuerung der gesteuerten Hardware über sogenannte *Applikationsadapter*. Ein Passiver Infrarotsensor (PIR) wird also auf einen hierfür entworfenen Applikationsadapter aufgebracht und mit einem Busknoten verbunden. Das EEPROM (electrically erasable programmable read-only memory, dt. “elektrisch löschbarer, programmierbarer Nur-Lese-Speicher”) des Busknotens enthält die Softwarekomponente für die Sonderfunktion zur Interpretation der Signale des, auf den Applikationsadapter aufgebrachten PIR. Diese Signale werden in einen der definierten Datentypen zur Übermittlung in einem Bustelegramm konvertiert und anschließend mit der ID des Busknotens und einem Zeitstempel als Bustelegramm auf den Bus gelegt. Diese Verfahrensweise ermöglicht die Ansteuerung beliebiger Hardware durch die Konzeption eines Applikationsadapters sowie der zugehörigen Softwarekomponente für die Sonderfunktion des Busknotens.

Um einen breiten Einsatz des Systems zu ermöglichen, setzt BASIS von Beginn an auf energiesparende Komponenten. Den Qualitätsanforderungen folgend, läuft das System kontinuierlich über den Lebenszyklus des Gebäudes und möglichst unterbrechungsfrei. Um die Grundlast daher so gering wie möglich zu halten, sind alle Komponenten auf den sparsamen Einsatz von Energie optimiert. Alle Busknoten werden durch ein einfaches, jedoch haltbares 24V Industrienetzteil mit Strom versorgt. Dies ermöglicht den Betrieb von bis zu 1000 Busgeräten pro Segment auf bis zu 1000m Kabel [138]. Die guten energetischen und ökonomischen Eigenschaften erreicht das System unter anderem durch den Einsatz von konventionellem 4 poligen Telefonkabel (Typ: J(ST)Y 2x2x0,6), welches die günstigste Art Kabel im häuslichen Umfeld darstellt. Es ist in beliebiger Topologie verlegbar und kann in Segmente gegliedert werden, wobei jedes Segment durch einen eigenen Segment-Controller gesteuert wird. Dieser kontrolliert das Routing von Telegrammen im Backbone Netz, welches aus Sicherheitsgründen redundant vermascht werden kann. Die partitionierten Anwendungen der Gewerke laufen auf dem zentralen *Building Manager*, einem zuverlässigen Einplatiniencomputer auf ARM-Basis. Die gesamte Hardwarearchitektur in vereinfachter Form stellt Abb. 3.1 dar.

BASIS enthält aktuell ca. 60 Gerätetypen. Relevante Sensoren für die Messung ambienter Parameter sind:

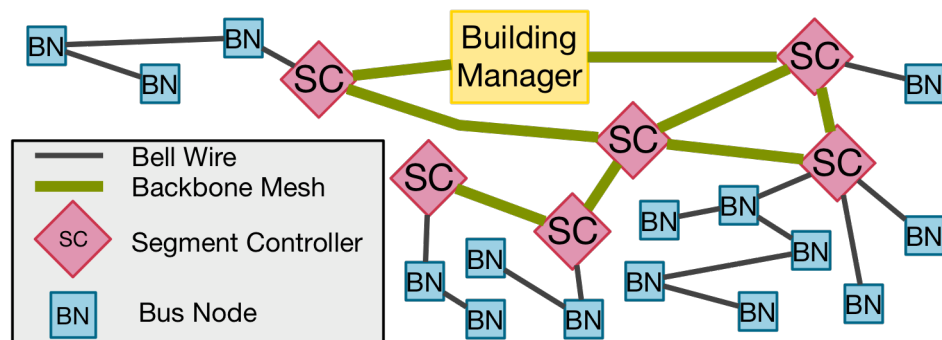


Abbildung 3.1.: Schematische Darstellung der BASIS Hardwarearchitektur. (Quelle: eigene Darstellung, publiziert in [151])

- Helligkeitssensor
- Feuchte/Temperatursensor
- Bewegungsmelder (Alarm, Präsenz)
- Luftgütesensor (flüchtige Gase, engl. “volatile organic compounds”, VOC)
- Messbus für Zähler (Wärme, Wasser, Strom)
- Stromzähler
- Smart Meter
- Reed-Kontakt (für Türen, Fenster und Geräte)
- Lichtschranke

Relevante Akteure sind:

- Relais verschiedener Bauart für Lampen, Kleingeräte und Großverbraucher (z.B. Elektroherde)
- Lichtschalter sowie Universal- und Mehrfachtaster
- Dimmer
- Nachtlicht
- Text Display (4x20 Zeichen, dimmbar)

Ferner können LEDs und kleinere Lasten durch die Betriebssystemfunktionen des Busknotens direkt gesteuert werden. BASIS ist damit in der Lage alle nötigen ambienten Parameter (vgl. Abs. 3.2.1.2) zu ermitteln und die Anforderungen transprofessioneller Erhebung zu erfüllen.

Informationsmodell Die aus der Anforderung der domänenübergreifenden Nutzung der Sensorninfrastruktur entstehende Vielzahl an unterschiedlichen Konzepten der Messwerte und Sensoren muss für die Weiterverarbeitung sauber und einfach handhabbar beschrieben werden. Im Rahmen des BASIS Projektes wurde diese Beschreibung durch ein DIM auf Basis von HL7 FHIR (*Health Level 7, Fast Healthcare Interoperability Resources*, [152]) erarbeitet. Neben der Definition von gewerkespezifischen Anwendungsfällen ergaben sich die nötigen Konzepte und Eigenschaften aus der technischen Beschreibung vorhandener Sensoren und Aktoren, sowie des Umfeldes, in denen selbige zum Einsatz kommen. So erfolgt die Übertragung von Messwerten in Bustelegrammen, welche die Bus-ID des Quellgerätes, einen Zeitstempel, den Messwert und den Typ des Messwertes liefern. Die Beschreibung der eigentlichen Busgeräte und ihrer Repräsentation innerhalb der

Steuerungssoftware kann Abb. 3.2 entnommen werden.

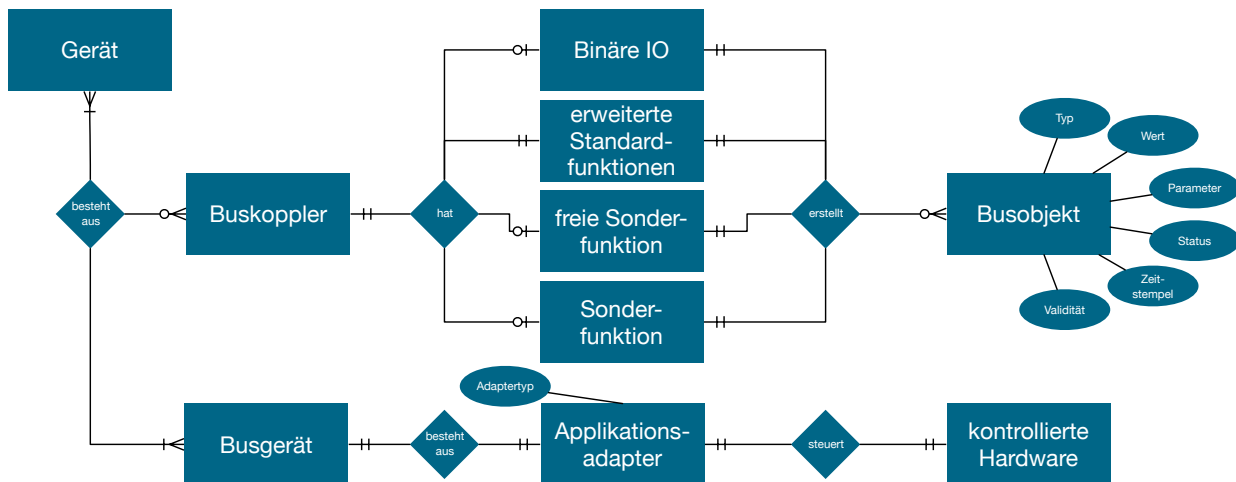


Abbildung 3.2.: Entity-Relationship Diagram der nötigen Konzepte zur Beschreibung eines Busgerätes aus dem BASIS Projekt. (Quelle: [153], S. 24)

Das rein virtuelle Konzept *Gerät* besteht in BASIS aus mindestens einem Busgerät, welches wiederum genau einen Buskoppler und einen Applikationsadapter umfasst. Ein Busgerät ist physisch vorhanden und befindet sich an einem definierten Standort, welches durch ein separates Konzept modelliert wird. Der Busknoten (hier auch „Buskoppler“) hat eine Seriennummer, eine Systemweit eindeutige ID und ein Betriebssystem einer bestimmten Version. Seine, durch eindeutige Namen identifizierbaren Funktionen können erweiterte Standardfunktionen des Betriebssystems oder Binäre Ein-/Ausgabe sowie in das EEPROM des Kopplers geschriebene hardwarebezogene oder freie Sonderfunktionen sein. Diese bilden beliebig viele, in der Software verfügbare Busobjekte. Sie sind die ansprechbaren Endpunkte, welche die Steuerung von Geräten zulassen oder selbst Messwerte mit den o.g. Attributen liefern.

Neben der strukturellen Beschreibung von Geräten ist auch deren Standort relevant. Da für die späteren Anwendungsfälle der Infrastruktur ggf. sehr genaue Lokalisationen benötigt werden, müssen Standorte eindeutig und hierarchisch vergeben werden können. Ein Standort hat demnach verschiedene Bezeichner (z.B. eine Adresse oder Längen- und Breitengrad) und kann wiederum Teil eines anderen Standortes sein. Hiermit lassen sich Standortbeschreibungen mehrfach referenzieren und bilden für die spätere Organisation durch ein DIM einen möglichen Index.

Die Abbildung von Busgeräten, Standort und Messwerten erfolgt durch die in FHIR definierten Ressourcen *Device*, *Location* und *Observation*. *Device* wird zusätzlich aufgeteilt in *DeviceComponent* und *DeviceMetric*, um zusammengesetzte Geräte und Mehrkanalsensoren abbilden zu können¹. Hierbei findet die Abstraktionsmethodik analog dem ISO 11073 Standard Anwendung [154, S. 14]. Das gesamte Objektmodell findet sich in Abb. 3.3.

Zusätzliche technische Attribute, wie die Abmessung der Geräte, die Orientierung und Referenzen zu Betriebsanleitungen und technischer Dokumentation, werden durch die *technical*-Extension

¹Die Definition des Objektmodells erfolgte in der zum Zeitpunkt der Erstellung aktuellen FHIR Version „DSTU 2“. In nachfolgenden Versionen sind teilweise Ressourcen verändert worden, um z.B. Kardinalitäten anzupassen. Diese Veränderungen werden in die entwickelte Software eingepflegt, spiegeln sich hier jedoch ggf. nicht wider.

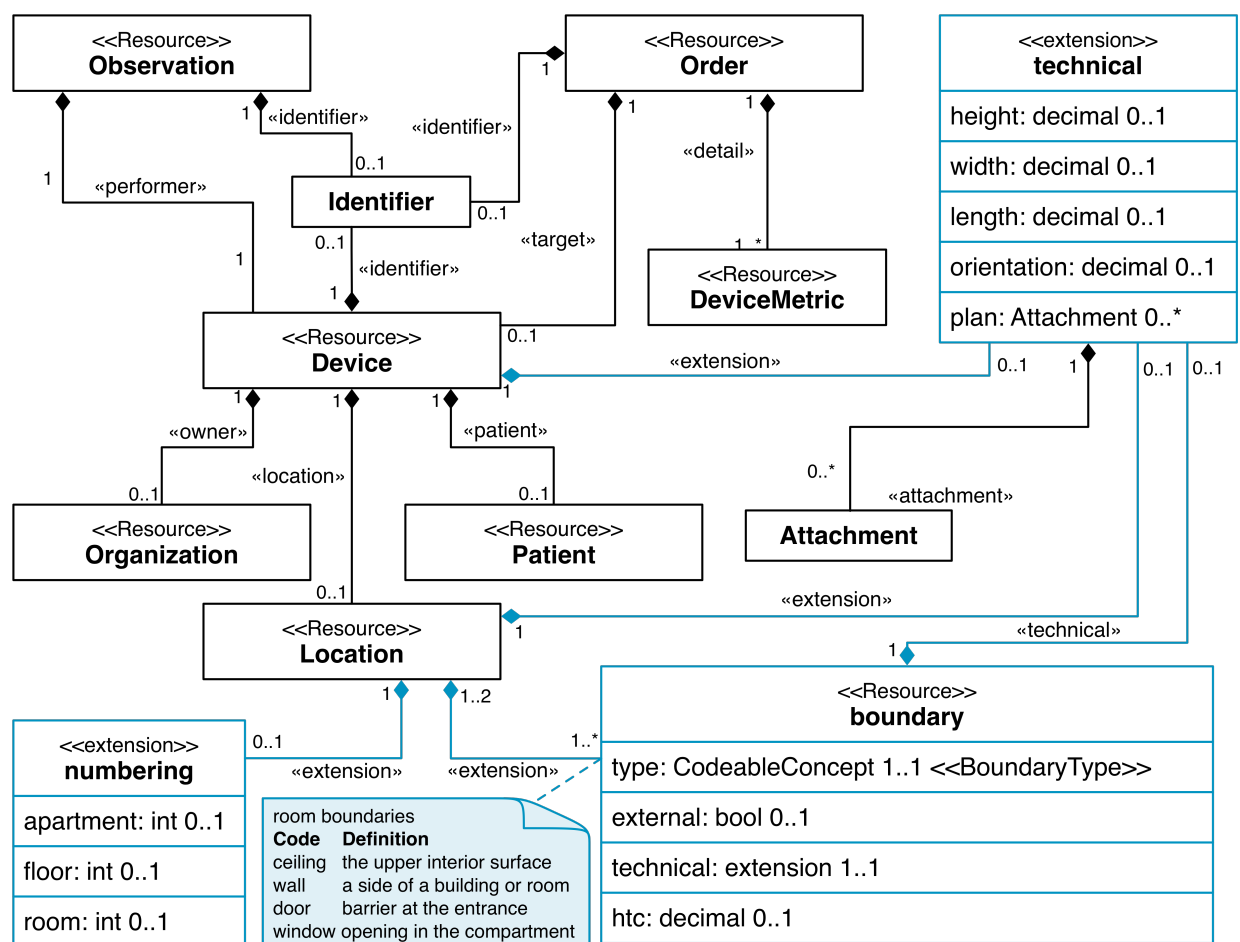


Abbildung 3.3.: BASIS Objektmodell zur domänenübergreifenden Datenmodellierung auf Basis von HL7 FHIR. (Quelle: eigene Darstellung, publiziert in [151])

realisiert. Die Strukturbeschreibung des Standortes nutzt die Ressource *Location* welche mit zusätzlichen Attributen in Form der Extension *boundary* versehen ist, um Raumübergänge und Parameter, wie den Wärmeleitkoeffizienten (engl. “heat transfer coefficient”) auszudrücken. Eine natürlichsprachliche Enumeration von Standorten ist durch die *numbering*-Extension möglich. Hier können das Stockwerk, die Wohnungsnummer oder Raumnummer definiert werden. Die eigentlichen Messwerte finden sich abstrahiert durch das Konzept *Observation* wieder. Hierdurch kann eine Referenz vom gemessenen Wert zum erstellenden *Device* (bzw. der *DeviceMetric*) sowie der entsprechenden *Location* oder dem Patienten (*Patient*) gezogen werden.

Wenngleich FHIR für die Modellierung primär klinischer Abläufe und Daten gedacht ist, so lassen sich doch die gewerkeübergreifenden Daten ausreichend expressiv beschreiben. Hiervon profitiert insbesondere die Weiterverarbeitung für medizinische Zwecke, lässt sich doch direkt ein interoperables Interface zu anderen Versorgern anbieten. Für andere Gewerke der technischen Gebäudeausrüstung bieten die stark ausgeprägten Erfahrungen der Medizininformatik mit Standardisierung und ihre etablierten Methoden eine solide Referenz für die Strukturierung domänenspezifischer Informationen.

Qualitätssicherung Aus der vorgeschlagenen Architektur für domänenübergreifende Sensorinfrastrukturen ergeben sich Implikationen für die Adressierung der Anforderung an Datenqualitätsattribute. Die Korrektheit und Genauigkeit der Messwerte ist einerseits gebunden an die eingesetzten Hardwarekomponenten zur tatsächlichen Messung der physikalischen Werte und andererseits an den Umgang mit den gemessenen Werten im System. Die BASIS-Infrastruktur verwendet handelsübliche Sensorkomponenten zur Anbindung an die Applikationsadapter und damit den Bus, welche durch die selbst konzipierten Applikationsadapter den Anforderungen entsprechend ausgewählt werden können. So bietet der PIR einen Messradius von zehn Metern und bis zu 2048 Stufen der Bewegungsintensität. Die direkte Stromversorgung eliminiert die Notwendigkeit energiesparender Ausleseverzögerungen oder Abklingzeiten. Dies führt zu einer Erkennungsschwelle auf Ebene eines flatternden Vorhangs.

Die Korrektheit im System wird ferner durch die Angabe eines gerätespezifischen Hardwarestatus realisiert. Fehlerzustände oder Ausnahmen werden von jedem Busknoten zur Verfügung gestellt. Hiermit ist die Diagnose von Fehlern im System und die Angabe eines Validitätswertes für jeden Messwert möglich. Dieses Attribut ist Teil der Busobjekte (siehe Abb. 3.2).

Zusammen mit den im DIM definierten Strukturinformationen über die Busgeräte lässt sich zu jedem Zeitpunkt eine Aussage über die Zuverlässigkeit des Systems ableiten. Hardwareseitig sind alle Komponenten an den typischen Renovierungszyklus und damit eine Betriebsdauer von 30 Jahren ausgelegt. Neben der Updatefähigkeit sämtlicher Systemkomponenten wird dies vor allem durch den Einsatz zuverlässiger Serienkomponenten ermöglicht. Im Fall eines Defekts ist damit ein leichter Austausch möglich. Bezüglich einzelner Telegramme, die Messwerte transportieren, ist eine Zustellung systembedingt garantiert. Die Bus-Technologie führt zu einer Verfügbarkeit des entsprechenden Datums zur gleichen Zeit im kompletten System, womit eine Zuverlässigkeit bei funktionierendem Gesamtsystem garantiert ist.

Die Beschreibung der Sensoren, ihres Hardwarestatus und der zugehörigen Strukturinformationen mit jedem Sensorwert ermöglicht die Sicherstellung von Authentizität der Messwerte. Für die

Weiterverarbeitung kann anhand jedes Sensorwertes entschieden werden, ob die entsprechenden Attribute für eine nachvollziehbare Schlussfolgerung ausreichend sind. Da das System ferner in sich geschlossen arbeitet, kann hiermit sowohl Authentizität der, von einzelnen Geräten gelieferten, Messwerte als auch das benötigte Maß an Vertraulichkeit erreicht werden. Das Vertraulichkeitslevel liegt im Fall von BASIS auf Ebene der gewerkespezifischen Anwendungen, da die Bus-Telegramme technologiebedingt im Gesamtsystem abrufbar sind. Das Authentizitätslevel liegt auf Ebene der einzelnen Busgeräte, da diese ihre Metainformationen mit jedem Bus-Telegram referenzierbar machen.

3.2.1.4. Diskussion

Die Ableitung der Rolle des Messinstrumentes aus allen Versorgungsmodellen hat gezeigt, dass die Schaffung einer wohnungszentrierten Datenbasis zur Ermöglichung weiterer Anwendungsfälle unerlässlich ist. Werden komplexere Anwendungsfälle auf ihre technische Machbarkeit, Wirksamkeit oder ihren Nutzen untersucht ist die Qualität der Messwerte entscheidend [148,155,156]. Zuverlässigkeit und Güte der Sensoren ist fundamentale Voraussetzung [157]. Valide Messwerte im praktischen Einsatz zu erzielen stellt eine Herausforderung dar. Die Wahl der Technologie, vor allem in der Übertragung von Sensor zu Endgerät, ist entscheidend. Insbesondere funkbasierte Systeme liefern hier nicht die gewünschte Zuverlässigkeit [147,158].

Bussysteme, wie BASIS, bilden eine Alternative, wurden jedoch bisher nur als Hilfskonstrukt in spezifischen Projekten eingesetzt (vgl. z.B. [59,159]) oder haben trotz offener Anwendbarkeit signifikante Nachteile, wie Energieverbrauch, Preis und Platzbedarf (z.B. KNX, [160]). Technologien, wie Powerline, lassen sich einfacher nachrüsten, sind jedoch unzuverlässiger [161,162]. Der Einsatz von zuverlässigen Technologien zur Gewinnung von Messdaten hat direkte Auswirkungen auf nachgelagerte Auswertungen und kann deren Aussagekraft positiv beeinflussen. So ermöglichen genauere Daten aus Bewegungsmeldern (hier PIR) eine bessere Klassifikation von Activities of Daily Living (ADL) [163].

In der Auswahl der richtigen Technologie für die Messinfrastruktur spielt neben dem Preis, der meist für komplette Gebäude nicht tragbar ist [164], auch das Aussehen und die Ästhetik der Geräte eine entscheidende Rolle [158]. BASIS liefert hier durch seine komplett integrierten Komponenten eine gute Grundlage zur Ausrüstung von Wohnungen und kann der Entwicklung zu komplexerer und umfassenderer Sensorik Rechnung tragen [164,9, S. 47].

3.2.1.5. Einbindung in Versorgungsprozesse und weitere Rollen

Grundlage jeder nachgelagerten Versorgungsentscheidung sind Daten und Informationen über den Patienten. Dies gilt gleichsam im häuslichen Umfeld. Das Messen von Daten und damit die Wohnung in ihrer Rolle als Messinstrument sind unmittelbar in den Versorgungsprozess zu integrieren und bilden die Grundlage weiterer Aktivitäten und Handlungen. Eine entsprechende Anpassung transinstitutioneller Informationssystemarchitekturen muss durch z.B. Übernahme der gemessenen Daten in die Patientenakte erfolgen [18,38].

Hierfür muss jedoch, unter Betrachtung der weiteren identifizierten Rollen der Wohnung, eine Abgrenzung erfolgen. Die Rolle der Wohnung als Messinstrument beinhaltet in ihrer Ausführung

basale Handlungen zum Erzeugen von Sensordaten und Messwerten. Sie umfasst nicht deren dauerhafte Speicherung, Weiterleitung oder Weiterverarbeitung dieser Daten. Eine Schnittstelle und Interaktion muss also primär mit den Rollen

- Datenspeicher (vgl. Abs. 3.2.2),
- Forschungssystem (vgl. Abs. 3.2.11) und
- Entscheidungsunterstützungssystem (vgl. Abs. 3.2.4)

etabliert werden. Das angegebene DIM bildet hierbei die Grundlage zur Ablage und Weitergabe von Daten und Informationen (vgl. auch Abs. 3.2.3).

3.2.2. Die Wohnung als Datenspeicher

In ihrer Bedeutung mit der Rolle der Wohnung als Messinstrument (vgl. Abs. 3.2.1) vergleichbar, definiert sich die Rolle des Datenspeichers ebenso aus grundlegenden Anforderungen der handlungsmäßig komplexeren Rollen. Neben den Auswertungen der EUS-Komponenten weiterführender Rollen bilden standardisiert abgelegte Daten die Grundlage vor allem für die Information des Bewohners im Rahmen der Rolle der Wohnung als Informationsquelle (vgl. Abs. 3.2.3). Diese und weitere Anforderungen werden im folgenden Kapitel herausgelöst und die Rolle der Wohnung als Datenspeicher beschrieben.

3.2.2.1. Rollenanalyse

Beginnend bei dem statischen Anteil der Rollendefinition als Datenspeicher, definiert sich die Erwartung an die Wohnung aus mehreren normbildenden Verantwortlichkeiten. So hat die Wohnung als datenverarbeitendes System die personenungebundene Pflicht, den Datenschutz und die Datensicherheit zu gewährleisten. Entsprechende Rechtsnormen sind im Bundesdatenschutzgesetz (BDSG, vgl. [165]) und in der, ab Mai 2018 gültigen Datenschutz-Grundverordnung der Europäischen Union (DS-GVO, vgl. [166]) verortet. Ergänzt werden diese vom Recht des Bewohners auf informationelle Selbstbestimmung sowie dem Grundrecht auf Gewährleistung der Vertraulichkeit und Integrität informationstechnischer Systeme.

Da die Rolle des Datenspeichers primär technisch ausgeprägt ist, sind normbildende Werte ebenso technische Erwartungen. Konkret bedeutet dies, dass die Speicherung der Daten in nachhaltigen Formaten und bei Zusicherung von Interoperabilität erwartet wird.

Als Handlung im Sinne des Rollenmetamodells definiert sich das Speichern und Vorhalten der Daten unter den, in den Anforderungen definierten Rahmenbedingungen, welche die Kompetenz definieren. Die Situation ergibt sich lösungsabhängig und folgt aus den nachfolgenden Strategien und Methoden. Die Übernahme der Rolle, also die Umsetzung der Erwartungen in Handlungen durch die Wohnung führt zu einem sicheren, strukturierten und standardisierten Datenspeicher für domänenübergreifende, transprofessionelle Daten aus dem häuslichen Umfeld.

3.2.2.2. Anforderungen

Handhabung von Komplexität Mess- und Metadaten der Wohnungen haben alle Eigenschaften komplexer medizinischer Daten. Sie sind gesundheitsspezifisch, heterogen, hochfrequent, multimodal und multilokal [167]. Die Handhabung dieser Merkmale ist im häuslichen Umfeld auf mehreren

Ebenen und in mehreren Rollen relevant. Für die Rollenübernahme der Wohnung als Datenspeicher stellt sich die Anforderung wie folgt dar.

Gesundheitsspezifische Daten haben - neben ihren Sensitivitätsimplikationen (vgl. Abs. 3.2.2.2) - vor allem eine hohe strukturelle Komplexität. Dies drückt sich unter anderem in den umfangreichen Domäneninformationsmodellen der verwendeten Standards aus. Konzepte werden verknüpft, um medizinische Aussagen darzustellen. Hierzu muss die Expressivität der Darstellungsform genügen. Andernfalls sind Daten und Informationen nur mit Verlust speicherbar. Dieser Zusammenhang wird deutlich, wenn man über den Grad der Komplexität hinaus, deren Spektrum anschaut.

Bezüglich der o.g. Merkmale betrifft dieses Spektrum die Heterogenität von Daten und Informationen aus dem häuslichen Umfeld. Strukturell lassen sich reine Messwerte sehr einfach darstellen. Hier genügt im häuslichen Umfeld die Angabe des Gerätes, des Zeitstempels und des eigentlichen Wertes. Weitere Informationen zum Wertebereich, der Einheit, dem Ort des Messgerätes, der Art der Messung, etc. lassen sich durch nicht-volatile Metadaten angeben. Diese wiederum können in Bezug auf Verknüpfung, Ableitung und Komposition beliebig komplex werden. So erfordert beispielsweise die Ablage einer Temperatur, als Metrik eines Temperaturfühlers, der - als Teil eines zusammengesetzten Gerätes mehrerer Sensoren - an der Decke im Wohnzimmer einer Wohnung im Erdgeschoss, links eines Mehrfamilienhauses angebracht ist, eine Reihe von Konzepten und Ausprägungen. Hinzu kommen verknüpfte Randbedingungen in Form von Metadaten, wie der Bewohner der Wohnung, die Validität des Messwertes oder zeitlich korrelierende Zustände, wie Wetter oder Zugriffsrechte. Es spannt sich eine Breite in der strukturellen Komplexität auf, die von der Rolle handhabbar sein muss.

Eine ähnlich weit auseinander liegende Merkmalsausprägungen haben die Daten in punkto Frequenz. Einerseits sind bestimmte Werte, wie die Randbedingungen und zeitlichen Korrelationen, nahezu statisch. Andererseits treten Messwerte in schneller Folge oder als kontinuierlicher Datenstrom auf. Dieser unterschiedlichen Volatilität muss die Realisierung der Rolle Rechnung tragen.

Die Multimodalität häuslicher Daten und hieraus abgeleiteter Informationen folgt direkt aus der Vielzahl an Sensorik (vgl. Abs. 3.2.1) und weiterführender Auswertungslogik, die in der Wohnung in ihren verschiedenen Rollen zum Einsatz kommen. In ihrer Rollenübernahme als Datenspeicher muss die Wohnung die Semantik der Modalitäten erhalten und in entsprechenden Konzepten persistieren.

Relevant ist diese Vielzahl an Quellen auch für die Multilokalität der Daten. Betrachtet man als Bezugssystem die Wohnung an sich, entstehen potentiell Daten und Informationen in unterschiedlichen Geräten und damit auch an verschiedenen Orten, mit oder ohne physische oder logische Verbindung, z.B. durch ein Netzwerk. In Ihrer Rolle als Datenspeicher müssen diese multilokalen Quellen zusammengeführt werden, um die bereits definierten Anforderungen zur standardisierten Speicherung und Handhabung der Komplexität zu erfüllen.

Standardisierung Analog zu Datenschutz und -sicherheit, begründen sich die Anforderungen im Bereich der Standardisierung aus den höherwertigen Rollenhandlungen. Die Erarbeitung komplexerer Informationen aus den vorliegenden Daten erfordert eine klar beschriebene Ablage derselben. Eine nachhaltige Nutzung ist nur bei langzeitiger Stabilität der verwendeten Formate und deren

Definitionen gegeben. Die Speicherung der Inhalte muss also in anwendbaren Standards erfolgen. Zu berücksichtigen sind die jeweiligen Anwendungsfälle. Entsprechend der, aus den Komplexitätsmerkmalen erwachsenden Anforderungen (vgl. Abs. 3.2.2.2) sind stromartig anfallende Messdaten anders zu handhaben, als komplexe strukturelle Daten, welche z.B. die Struktur der Wohnung oder den Patienten beschreiben. Eine weitere Dimension in dieser Auswahl stellt der Verwendungszweck dar. Sollen die vorliegenden Daten vollständig fusioniert und zur Archivierung exportiert werden, ist ein anderes Format zu wählen, als wenn eine selektive Übertragung der Daten und Informationen zur Weiterverarbeitung oder Einsichtnahme durch Dritte stattfindet. Dies erfordert zudem Überlegungen zur domänenspezifischen Spezialisierung, damit der Standard neben der syntaktischen auch semantische Interoperabilität gewährleistet, also vom Empfänger konzeptuell interpretiert werden kann.

Datenschutz und Datensicherheit Der bereits in der Rollenanalyse hervorgehobene, stark persönlichkeitsorientierte Datenbegriff stützt sich vor allem aus der zunehmenden Personalisierung von technischen Assistenzsystemen im häuslichen Umfeld [5,168]. Die entstehenden und zu speichernden Daten sind also inhärent patientenzentriert und fallen auf Grund ihrer Art und Sensitivität direkt unter die genannten Rechtsnormen. Dies gilt sowohl für die Wohnung als informationsverarbeitendes System, also den personenungebundenen Regelungen des BDSG, als auch für die bewohnerspezifischen Daten, also - neben den ebenso geltenden Regelungen des BDSG - auch das o.g. Grundrecht.

In Erweiterung der bereits definierten Anforderungen an die Wohnung in ihrer Rolle als Messinstrument (vgl. Abs. 3.2.1.2), sind nach Steckler ebenso Aspekte der Datenqualität sicherheits- und schutzrelevant [169]. Die definierte Handlung des Speichern und Vorhaltens der Daten impliziert die Nutzung durch komplexere, hierauf aufbauende Rollen. Erstellte semantische Analysen und domänenspezifische Aussagen sind nur auf der Grundlage korrekter, genauer und zuverlässiger Daten ihrerseits korrekt, genau und zuverlässig. Im Umkehrschluss führen qualitativ minderwertige Daten also zu potentiell falschen oder gefährlichen Schlussfolgerungen. Dies hat direkte Auswirkungen auf die Integrität des informationstechnischen Systems Wohnung - führt doch eine fehlerhafte Profilierung potentiell zu unerwünschtem Verhalten - und damit auch auf eine Komponente des Datenschutzes.

3.2.2.3. Realisierung

In Weiterführung der angestrebten multimodalen Erfassung, Auswertung und Intervention sich entwickelnder AAL-Lösungen, sollen Realisierungen zur Datenhaltung sowohl die o.g. Anforderungen erfüllen als auch die Merkmale der erfassten Daten mit einbeziehen.

Eine Technologie, welche diese Anforderungen erfüllt, sind Datawarehouses (DWH). Sie finden im Bereich der technischen Gebäude bisher kaum Anwendung und haben begrenzte Einsatzzwecke (vgl. z.B. [170]). Kernaufgabe ist hierbei die Zusammenführung der Daten aus verschiedenen Quellen in eine strukturierte Datenbasis, um Statusabfragen und Analysen durchzuführen. In der Domäne der Medizin und im klinischen Betrieb sind DWH ein vielfach eingesetztes Mittel zur Datenfusion und Analyse (vgl. u.a. [171–175]). Die Integration der Ansätze in die domänenübergreifende Infrastruktur von BASIS stellt also eine Möglichkeit dar, die Anforderungen zu erfüllen,

wenngleich klar ist, dass die Dimension der beschriebenen Realisierungen die von BASIS übersteigen. Relevante Methodiken lassen sich jedoch übertragen.

Im Rahmen des Projektes MoCaB (“Mobile Care Backup”, vgl. Abs. 4.2 und [176]) erfolgt die Datenhaltung in Form von aussagenlogischen Axiomen, welche sich auf Klassen und Rollen einer in Owl2 (Web Object Language, Version 2) definierten Ontologie stützen. Die hieraus gewonnene Flexibilität, jedoch auch Komplexität bei der Bildung einer Wissensbasis stellt Abs. 3.2.2.3 dar.

BASIS Datawarehouse Partition BASIS bietet softwareseitig sog. Partitionen zur Isolation einzelner Anwendungsfälle [177]. Als gemeinsamer Datenspeicher dient die Datawarehouse-Partition (DWH-Partition), welche grundlegende Mechanismen der DWH für die anderen Partition bereitstellt. Im Folgenden soll die Implementierung dieser Partition beschrieben und die Abdeckung der o.g. Anforderungen zur Rollenübernahme der Wohnung als Datenspeicher dargelegt werden.

Die DWH Partition ist konzeptuell neben den andere Partitionen angeordnet, erfüllt jedoch systemnahe grundlegende Aufgaben (vgl. Abb. 3.4). Durch ihre generellen Funktionalitäten der Datenerfassung aus allen angeschlossenen Bus-Teilnehmern hat sie Zugriff auf alle Bus-Telegramme des Gesamtsystems, inklusive der Systemtelegramme. Das ermöglicht neben der Erstellung systemeigener Logs auch die Durchführung von Selbstdiagnosen und Leistungsüberwachung.

Die Telegramme werden mithilfe des *Data Collection Managers* von der Systempartition entgegengenommen. Seine Aufgabe ist neben der Entscheidung, ob ein Telegramm gespeichert oder verworfen werden soll auch die Extraktion der im Telegramm kodierten Nutz- und Metadaten. Hieraus wird eine einzelne Metrik erzeugt, welche den Zeitstempel, den Datentyp und den Wert enthält. Dieses Metrikobjekt wird an den *Storage Server* weitergeleitet. Dieser übergibt das Objekt an asynchrone Speicherthreads, welche für die persistente Ablage der Metrik in einem *Key-Value-Store* zuständig sind. Intern erfolgt die Ablage als binary JSON (BSON, siehe [178]). Ob ein Telegramm behalten oder verworfen wird, richtet sich nach den, dem *Data Collection Manager* vorliegenden Aufträgen. Diese werden im System als **Order** bzw. **ProcedureRequest**² bezeichnet und beschränken die zu speichernden Daten. Strukturell implementiert die Order das HL7 FHIR Profil **ProcedureRequest** und spezifiziert unter anderem die folgenden Rahmenparameter:

- *Zeitraum* (occurrence[x]): Zeitraum/Zeitpunkt der Speichieranforderung
- *Zielwert* (definition): Definition der Prozedur
- *Gerät* (performer): ausführendes Busgerät
- *Subjekt* (subject): Subjekt der Messung

Die Partitionen senden der DWH-Partition also Speicheraufträge in Form eines *ProcedureRequest*. Deren Erfüllung wird ebenfalls als Resource (*Procedure*) abgelegt und kann von den Partitionen abgerufen werden. Hieraus ergibt sich eine selektive, effiziente Ablagemöglichkeit der datenstromartig eintreffenden Bustelegramme.

²Die zum Zeitpunkt der fachlichen Konzeption der DWH-Partition aktuelle Order Resource (HL7 FHIR DSTU2) wurde in späteren Versionen gegen die Resource ProcedureRequest ausgetauscht, welche nicht die erforderlichen Inhalte darstellen konnte. Deshalb fand die Ressource Task Anwendung (vgl. Abs. 3.2.11.3). Die Anpassung in der Implementierung ist entsprechend erfolgt. Die Dokumentation erfolgt hier aus Gründen der Konsistenz mit der ursprünglich konzeptionierten Order-Resource.

Die Beschreibung der Struktur der Wohnung, in ihr enthaltene Busgeräte, Bewohner und messbare Werte wird in Form des in Abs. 3.2.1.2 beschriebenen Modells in der *Document Database* der DWH-Partition als JSON kodierte FHIR Ressourcen abgelegt. Hiermit werden die standardisiert vorliegenden Strukturinformationen inklusive ihrer Semantik erhalten.

Die Abfrage vorliegender Daten erfolgt in Form eines Query-Interfaces über den Storage Server. Die Ergebnisse werden aus den Strukturinformationen der *Document Database* und des *Key-Value Stores*³ zusammengefasst und als FHIR *ResultSet* zurück geliefert. Das Interface steht neben den Partitionen auch authentifizierten Drittsystemen zur Verfügung. Hiermit kann auf standardisierte Weise eine Abfrage der Informationen durch FHIR compatible Softwareprodukte z.B. im Rahmen der hausärztlichen Behandlung erfolgen.

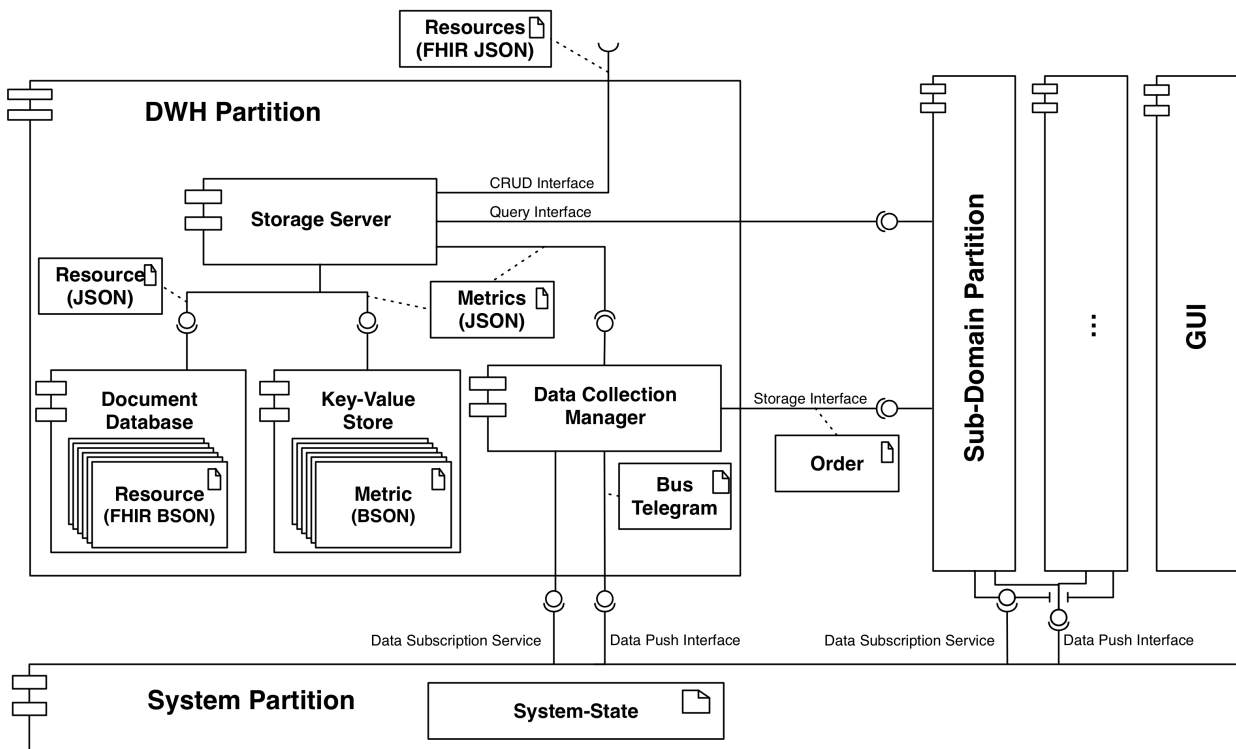


Abbildung 3.4.: BASIS Komponentendiagramm der Datawarehouse Partition. (Quelle: eigene Darstellung)

Standardisierte Archivierung mit HDF Die langfristige Vorhaltung einer großen Zahl von Sensor- und Metadaten ist durch die systemischen Restriktionen in BASIS nicht möglich. Die langfristige Verfügbarkeit muss also durch einen Export der Daten aus dem System ermöglicht werden. Die Anforderungen an ein geeignetes Format unterscheiden sich vom vorher beschriebenen Anwendungsfall der systeminternen Speicherung und Kommunikation. Archivformate müssen sich durch eine stabile Definition, systemübergreifende Lesbarkeit und Robustheit auszeichnen. Im Rahmen von BASIS erfolgt diese Archivierung mittels HDF 5 [179]. In Form von so genannten *groups* werden die Struktur der im Objektmodell spezifizierten Klassen in HDF-eigene komplexe Typen modelliert und als Datasets abgespeichert. HDF bietet hierbei eigene Basistypen, welche

³Wenngleich der Begriff “key-Value Store“ originär englisch ist, wird er hier weiterhin verwendet. Die wörtliche Übersetzung „Schlüssel-Wert Speicher“ ist nicht geläufig.

durch die entsprechenden Programmbibliotheken für HDF auf jeder kompatiblen Plattform identisch definiert sind. Hieraus ergibt sich eine universell lesbare Archivdatei des Datenstandes der DWH-Partition. Die Rekonstruktion der Konzepte erfolgt durch Übersetzung der Archivdatei in die originär gespeicherten FHIR Ressourcen zur Modellierung der Wohnung und ihrer enthaltenen Artefakte.

Mit Hilfe von HDF ist es ferner möglich die Struktur von Sensor- und Metadaten aus anderen Wohnungen abzubilden. HDF kann also in Registern zum Einsatz kommen (vgl. Abs. 3.2.11).

Bildung einer Wissensbasis Die Pflege eines Angehörigen im häuslichen Umfeld stellt eine große Herausforderung für die beteiligten Akteure, insbesondere aber für die informellen Pflegekräfte dar. Die Belastung ist hierbei nicht selten Auslöser von gesundheitlichen Beeinträchtigungen in Form von psychischen und/oder physischen Beschwerden [180–182]. Die Reduktion der Belastung durch eine optimierte Nutzung der zur Verfügung stehenden Ressourcen hat sich das Projekt MoCaB zum Ziel gesetzt. Die Unterstützung erfolgt in Form von personalisierten Handlungsempfehlungen, Wissensseinheiten und der Rückmeldung eigener physiologischer Parameter. Hierdurch sollen insbesondere die Selbstpflege angeregt und Strategien zur Optimierung des Pflegealltages aufgezeigt werden. Die Interaktion geschieht in Form einer dialogbasierten App für iOS, welche Zugang zu themenbezogenen Lernressourcen mit Pflegewissen und den eigenen Gesundheitsparametern bietet [183].

Funktionaler Kern der Bereitstellung von Wissen ist die proaktive Erkennung der Pflegesituation, aus der die optimale Wissensressource ausgewählt und ein individueller Lernpfad erstellt wird [184]. Die Deduktion der korrekten Wissensressource erfolgt hierbei durch eine Serversoftware, welche der App die notwendigen Informationen bereitstellt. Die einzelnen Fakten - hier als Axiome bezeichnet - über den Pflegenden und Gepflegten liegen in Form von Tripeln in einem PHP basierten Triple Store vor. Die Axiome beschreiben in MoCaB einzelne Messwerte ambienter und mobiler Sensorik, geschlussfolgerte Aussagen oder Attribute der beteiligten Artefakte (Personen, Wissensressourcen, etc.). Das Domäneninformationsmodell - in diesem Kontext als Schema bezeichnet - von MoCaB liegt in Form einer Ontologie im Owl2 Format vor. Hierin sind neben grundlegenden Klassen für Personen, Pflegekräfte, Wissensseinheiten und Krankheiten auch Zusammenhänge und Schlussfolgerungen abgelegt. So verbindet eine Rollenverknüpfung die körperlichen Einschränkungen des Gepflegten mit den anzuzeigenden Wissensressourcen für den Pflegenden. Verschiedene Reasoning-Engines prüfen die Ausprägung der Rollenverknüpfungen durch Einlesen des MoCaB Schemas und der Axiome und geben die relevanten Instanzen zurück. In diesem Fall die *Internationalized Resource Identifier* (IRI) der Wissensressourcen, die der Pflegende am wahrscheinlichsten benötigt und die am besten zu seinem aktuellen Lernpfad passen. Den Aufbau der „Mocab Welt“ zeigt Abb. 4.7 in Abs. 4.2.4.

3.2.2.4. Diskussion

Ontologien als universelle Wissensbasis Die Speicherung von Mess- und Metadaten als universelle Axiome in Form von Ontologien wird von einigen Anwendungen genutzt [75,76,141,147,185–189]. Wenngleich sich gezeigt hat, dass die Handhabung komplex ist, bietet die reduzierte Abbildung der Zusammenhänge einige Vorteile [143]. So entsteht aus der Definition der entsprechenden Klas-

sen und Attribute in der Ontologie ein Domäneninformationsmodell, das durch die Nutzung des standardisierten *Resource Description Framework* (RDF) und darin überführbaren Standards inhärent syntaktisch interoperabel ist. Da die vollständige Semantik Teil der Ontologie ist, entsteht ein in sich geschlossenes, konsistentes Logik-System, für einen bestimmten Anwendungsfall. Mit Techniken des Ontologiemapping und -matching (vgl. u.a. [190–192]) lässt sich auch semantische Interoperabilität im Nacheinander herstellen.

Im Projekt MoCaB haben sich bei der Nutzung von Ontologien vor allem zwei Probleme gezeigt.

Einerseits ist die fehlerfreie Definition einer umfangreichen Domäne sehr aufwendig. Sämtliche Klassen, Eigenschaften, Rollen und Axiome müssen konsistent gehalten werden, um Schlussfolgerungen durch Reasoning ziehen zu können. Betrachtet man den recht engen Anwendungsfall des Projektes und die noch geringe Anzahl an Klassen und Beziehungen, wird schnell deutlich, dass für komplexere Projekte die Wahl einer solch basalen Methode nicht praktikabel ist. Die Alternative liefern bereits domänenspezifisch spezialisierte Modelle, die sich ebenfalls auf aussagenlogische Axiome zurückführen lassen. So existiert beispielsweise jede HL7 FHIR Resource als RDF-Graph [193].

Der zweite Faktor ist die Performanz der Reasoner. Je nach Implementierung werden für einfache Auswertungen, wie das Selektieren relevanter Lernressourcen oder die Zugehörigkeit mehrere Sekunden benötigt. Als Grundlagenformat für die Ausfüllung der Rolle des Datenspeichers sind RDF-Graphen demnach ggf. ungeeignet.

Zweckbestimmte Standardisierung Wesentlicher Vorteil des Einsatzes von aussagenlogischen Axiomen zur Speicherung der Daten ist die Flexibilität, Vorteil von FHIR ist die nahtlose Kommunikation zur Einbindung in Versorgungsprozesse, während HDF die nachhaltige Archivierung und Weiterverarbeitung ermöglicht. Hieraus wird deutlich, dass die Anforderung nach standardisierten Formaten einerseits anwendungsbezogen zu erfüllen ist, jedoch andererseits keine ausschließliche und ultimative Entscheidung darstellen darf.

Bezüglich der anwendungsbezogenen Wahl, stehen bei den in Abs. 3.2.2.3 vorgestellten Projekten drei primäre Anwendungsfälle im Vordergrund:

1. speichern atomarer und komplexer Datentypen
2. nachhaltige Archivierung
3. interoperable, standardkonforme Kommunikation von Informationen

Das Spektrum von 1. reicht dabei von der unstandardisierten Speicherung der Bustelegramme in einem binären Document Store, über die Ablage in aussagenlogischen Axiomen in Form eines RDF-Graphen bis zur vollständig standardisierten Ablage der Strukturdaten der Wohnung in Form von FHIR Ressourcen. Die entsprechenden Vor- und Nachteile zeigt Tab. 3.1. Die in der DWH-Partition von BASIS zwingend notwendige Performanz beim Einfügen, die Flexibilität der Reasoner in MoCaB und die angestrebte Anbindung der BASIS-Wohnungen an andere Akteure im medizinischen Versorgungsprozess haben in diesen Fällen den Ausschlag zur Wahl der jeweiligen Methode gegeben.

Für Anwendungsfall 2 sind die Robustheit, Nachhaltigkeit und Flexibilität entscheidend. Beides lässt sich sowohl von HDF 5 als auch von Ontologie-Formaten erwarten. Insbesondere die Nach-

haltigkeit ist durch Kombination von Schemadefinition und Instanzdaten gegeben, wenngleich bei RDF-Graphen durch die Nutzung von Namespaces und Prefixen weiterhin externe Abhängigkeiten entstehen können.

Für 3. sind einige Formate direkt nutzbar, während z.B. für den Key-Value Store eine Präsentationsschicht benötigt wird, die aus den Rohdaten ein standardisiertes Austauschformat erstellt.

Der letzte Anwendungsfall führt direkt zum o.g. Kriterium, dass die Wahl des Standards keine ultimative Entscheidung darstellen darf. Das entsprechende Anwendungssystem muss die Konvertierung von Formaten vorsehen und zulassen. Bei der Wahl des anwendungsbezogenen Standards ist auch dies ein zu beachtender Faktor. Lässt sich der Datensatz nur durch Verlust semantischer Informationen speichern, ist eine Weiterverarbeitung oder Rückführung nicht mehr möglich. Die Expressivität der ursprünglichen Methode muss also potentiellen angestrebten Anwendungsfällen genügen.

Tabelle 3.1.: Gegenüberstellung eingesetzter Methoden in MoCaB und BASIS zur Speicherung der Mess- und Metadaten (Quelle: eigene Zusammenstellung)

	Vorteile	Nachteile
Key-Value Store	<ul style="list-style-type: none"> • gute Performanz beim Einfügen • viele nutzbare Implementierungen • flexibel 	<ul style="list-style-type: none"> • benötigt Präsentationsschicht • Query-Mechanismen eingeschränkt • nicht standardisiert • keine Semantik
FHIR Ressourcen	<ul style="list-style-type: none"> • vollständig standardisiert • unverändert übertragbar 	<ul style="list-style-type: none"> • teilweise schlechte Performanz • domänenspezifisch (Medizin) • wenig nutzbare Implementierungen
Ontologien	<ul style="list-style-type: none"> • semantisch vollständig konsistent • flexibel • standardisierte Austauschformate vorhanden • Schema Teil des Datensatzes 	<ul style="list-style-type: none"> • wenig nutzbare Implementierungen • aufwändige Schemadefinition • viele konkurrierende Syntaxen

	Vorteile	Nachteile
HDF5	<ul style="list-style-type: none"> • vollständig standardisiert • plattformunabhängig • für große Datenmengen geeignet • Schema Teil des Datensatzes 	<ul style="list-style-type: none"> • komplex in der Anwendung • keine Semantik

Unversehrtheit der Wohnung Wenngleich in der Rolle des Datenspeichers manifestiert, überträgt sich die Anforderung nach der datenschutzkonformen Realisierung von technischen Assistenzsystemen als Querschnittsthema in alle anderen Rollen und wird deshalb als übergreifendes Diskussionsselement in Abs. 6.3 insgesamt aufgegriffen. Hinzu kommen die zwei rollenspezifischen Aspekte des Speicherortes und der Speichertechnologie.

Die lokale Speicherung der Sensor- und Metadaten im BASIS Projekt entspricht inhärent den Anforderungen zum Datenschutz und zur Datensicherheit. Neben der Systemstruktur von BASIS, die den Zugriff von Partitionen auf Sensorwerte und Metadaten nur nach Berechtigung zulässt, bietet vor allem die Strategie der lokalen Datenhaltung sogenannte *privacy by design* (Datenschutz durch Systemdesign, vgl. [194]). Die Wohnung ist zur Wahrung der Unversehrtheit Informationstechnischer Systeme besonders geeignet, da sie neben physischem Zugangsschutz einen Raum rechtlich zugesicherter Daten- und Handlungshoheit für den Bewohner bietet. Hinzu kommen Schutznormen, wie der Kernbereichsschutz, der den Zugriff behördlicher Stellen einschränkt. Für die Isolierung medizinischer Anwendungen und zu zertifizierende Medizinprodukte, ist dieses Vorgehen eine zwingende Voraussetzung.

Eine weitere Dimension des Datenschutzes spannt die Art der eingesetzten Speichertechnologie auf. Während BASIS als Teil der Wohnung betrieben wird, setzt MoCaB teilweise auf zentrale Serverkomponenten. Im Fall von BASIS folgt hieraus die technische und rechtliche Zuständigkeit des Hauseigentümers, welcher - mit direktem Zugriff auf die technische Einrichtung - für die einwandfreie und rechtskonforme Funktionsfähigkeit des Systems zu sorgen hat. Hierzu gehört auch die Einhaltung des Datenschutzes und der Datensicherheit. Im Falle eines Wohnbauunternehmens kann so also institutionalisiert für diese Zusicherung gesorgt werden. Befindet sich die Technik - wie z.B. im Fall von MoCaB - in der Hand des Bewohners, hat er selbst für die Sicherheit der Komponenten Sorge zu tragen. Dies ist von den meisten Benutzern nicht ohne Einschränkungen oder Fehler möglich oder gewollt.

Es zeigt sich, dass die rechtlichen Beschränkungen im Lichte der ethischen und sozialen Implikationen betrachtet werden müssen. Als Querschnittsthema ist der Bezug hierbei eher das vollständige Rollenset der Wohnung, weshalb eine übergreifende und tiefer gehende Diskussion in Abs. 6.3 erfolgt.

3.2.2.5. Einbindung in Versorgungsprozesse und weitere Rollen

Wie bereits in Abs. 3.2.1 dargelegt, bilden Daten und Informationen über die Wohnung, den Bewohner und das Umfeld die Grundlage einer Reihe von Handlungen in anderen Rollen, welche

die Wohnung als Gesundheitsstandort übernimmt. Anders als in der Rolle als Messinstrument, stellen die in Rollenprodukte umgesetzten Erwartungen an die Rolle als Datenspeicher eine direkte Voraussetzung für die Weiterverarbeitung durch andere Rollen.

Die Speicherung der Mess- und Metadaten in HDF 5 als Archivformat hat in BASIS den primären Anwendungszweck der Anbindung der Wohnung an ein Forschungsregister zu technologieübergreifenden Sammlung von Daten aus sensorerweiterten Wohnungen zur späteren Auswertung. Hieraus ergibt sich also eine direkte Abhängigkeit zur Rolle der Wohnung als Forschungssystem (vgl. Abs. 3.2.11). Ähnliche Abhängigkeiten lassen sich zu allen anderen Rollen ziehen. Betrachtet man gespeicherte Messwerte und Informationen als Produkte aus der Handlung in der Rollenübernahme, kann dieses wiederum Material im situativen Kontext einer davon abhängigen Rollenhandlung sein. Die vorangehend beschriebene Systemarchitektur in BASIS gibt hierfür ein Beispiel. Die domänenspezifischen Partitionen verarbeiten Messwerte und leiten daraus wiederum zu speichernde Informationen ab, beispielsweise in Form einer Aussage zur Schlafqualität. Diese Information kann nun Material - also Eingangswert - in der Handlung bei der Rollenübernahme der Wohnung als Informationsquelle sein (vgl. Abs. 3.2.3), indem die Aussage grafisch aufbereitet dem Bewohner angezeigt wird.

Hieraus wird deutlich, dass die Rolle des Datenspeichers sowohl Quell- als auch Zielsystem aller Rollenhandlungen ist. Zurückgeführt auf die ursprüngliche Prozessanalyse, ergeben sich gleichwertigen Rollenhandlungen als Aktivitäten in Versorgungsprozessen. Auch in diesen Prozessen kann die Wohnung in ihrer Rolle als Datenspeicher auftreten und entsprechende normative Erwartungen erfüllen. Im Falle der o.g. exemplarischen Abfrage von Aussagen zur Schlafqualität, könnten diese ebenso von einem externen Akteur der Versorgungskette (z.B. dem Hausarzt) abgerufen oder ähnliche Daten (z.B. Laborbefunde) eingespielt werden. Somit bildet die Rolle des Datenspeichers, direkt oder durch Handlungen anderer Rollen, die Grundlage der Einbindung in Versorgungsprozesse. Im Kern beinhaltet das, neben den bereits definierten Anforderungen des Datenschutzes, der Datensicherheit und Gewährleistung von Interoperabilität, die Notwendigkeit medizinischer Versorgungsprozesse, ausgerichtet auf die dezentrale Verfügbarkeit (medizinischer) Daten und Informationen.

3.2.3. Die Wohnung als Informationsquelle

Im Vergleich zu den bisher eher grundlagenorientierten Rollen der Wohnung als Messinstrument und Datenspeicher bietet die Wohnung in ihrer Rolle als Informationsquelle erste direkte Kontaktstellen zum Bewohner und anderen beteiligten Akteuren. In Anlehnung an die Einbindung der Wohnung als Datenspeicher in die Prozesse der Gesundheitsversorgung, sind dies vor allem Angehörige, betreuendes pflegerisches und medizinisches Personal sowie, entwachsen aus der vielsimensionalen Definition von Wohlbefinden, auch das weitere soziale Umfeld oder Personal primär medizinfremder Domänen, wie der Wohnbauunternehmen oder Sozialverbände. Hinzu kommen computerbasierte Akteure, welche den Austausch relevanter, medizinischer Daten im Behandlungskontext ermöglichen. Im Folgenden sollen nun die Ausgestaltung der Erwartungen und Rollenhandlungen der Wohnung im Zuge dieser Kontaktstellen, die daraus ableitbaren generelle Anforderungen sowie praktische Methoden zur Realisierung gegeben werden. Abschließend erfolgt die, der allgemeinen Methodik folgende Einbindung in die Versorgungsprozesse und die Anknüp-

fung an andere Rollen.

3.2.3.1. Rollenanalyse

Die Analyse der Versorgung hat gezeigt, dass nahezu jede Handlung, im Rahmen der prozedural interpretierten Modelle, auf das Vorhandensein von Informationen angewiesen ist oder diese produziert. Hieraus ergibt sich, dass die Rolle der Wohnung als Informationsquelle nahezu alle diese Rollenhandlungen, sowie implizit die an sie gestellten Erwartungen erfüllen muss. Konkret bedeutet dies für die Rolle als Informationsquelle die Darstellung der verschiedenen, potentiell sehr komplexen (vgl. Abs. 3.2.2.2) informationellen Zusammenhänge aus anderen Rollen. Übertragen auf das Rollenmetamodell, ist erwartungskonformes Produkt der Rollenhandlung also die richtige Information, zum richtigen Zeitpunkt in der richtigen Form [195].

Zur Herleitung der Anforderungen erfolgt hier eine Trennung in die Komponenten Zugriff, Anzeige und kontrollierte Weitergabe von Information. Die Anforderungen bilden sich aus der Kombination der Erwartungen an das Produkt der Rollenhandlung mit ihren jeweiligen Komponenten. Einfluss hat zusätzlich der Handlungskontext, insbesondere Ort und relevante Objekte sowie die Kompetenz beteiligter Akteure.

Die Abgrenzung des Zugriffs durch den Ort meint einerseits das Abrufen der Informationen von außerhalb der Wohnung oder andererseits von in der Wohnung, hier zusätzlich unterschieden nach Zimmer oder Zugriffsmodalität (z.B. Display, Smartphone oder Status-LED). Die Differenzierung nach relevanten Objekten meint hier zu unterscheiden, ob die Informationen, auf die zugegriffen wird, Teil der Wohnung sind (z.B. ambiente Messdaten) oder von externen Quellen bereitgestellt werden (z.B. Wetterdaten oder hausärztliche Befunde).

Die Komponente Anzeige gestaltet sich ebenfalls differenziert nach dem situativen Kontext, hier insbesondere bezogen auf den Rezipienten. So sind für medizinisches Personal, pflegende Angehörige, Nachbarn oder den Bewohner selbst jeweils andere Formen der Informationsvermittlung notwendig. Die Anpassung an das Anzeigegerät und den Ort folgen in direkter Weise, also beispielsweise an die Bildschirmgröße oder die für den jeweiligen Ort notwendigen Informationen.

Darüber hinaus stellen auch computergestützte Anwendungssysteme mögliche Kommunikationspartner in der Informationsvermittlung dar, was die Komponente Weitergabe betrifft. Primäres Differenzierungsmerkmal zur Ableitung von Anforderungen sind hier die Kompetenzen des Empfängers, die - in Abhängigkeit der relevanten Objekte - einen Empfang der Informationen erlauben müssen. Da sich diese Kompetenzen auch ändern können, ist ein zeitlicher Bezug ebenso notwendig.

Ausgerichtet am Rollenmetamodell sind also die Erwartungen, als statischer Anteil der Rollenbeschreibung an das Ergebnis der Rollenhandlung je nach Entität unterschiedlich. Spezifisch sind hier vor allem die normbildenden Verantwortlichkeiten, also Werte, Rechte und Pflichten, welche einen direkten Einfluss auf die Ausgestaltung der Rollenhandlung haben.

3.2.3.2. Anforderungen

Zweckbestimmte Informationsdarstellung Die Selektion nach Zweck der Informationsdarstellung zeigt sich an einer Reihe von rollenspezifischen Anwendungsfällen. So können Bewohner die

Auswirkungen ihres Verhaltens in Bezug auf die gezeigten Parameter der Wohnung erfassen und daraus lernen. Hiermit können beispielsweise das Schlafverhalten optimiert, Aktivitätsniveaus kontrolliert oder die Ernährung gesteuert werden. Ferner können die Informationen transprofessionelle Optimierungspotentiale aufzeigen, etwa im Energieverbrauch oder zur Heizkostenoptimierung. Hinzu kommen Lernpotentiale für, in der Wohnung tätige Personen, wie informelle Pflegekräfte (vgl. [183]). Hiermit stellt die Wohnung einen Partner in situativen Lernstrategien dar (engl. „situated learning“, vgl. [196]) und fungiert in der Gesamtheit mit ihrem Umfeld als sog. Community of Practice (CoP, vgl. [197]). Die Darstellung der Informationen hierfür, muss sich nach der entsprechenden Lernsituation des Informationsempfängers richten. Ähnlich der Zielattribute im Handlungskontext, ist für die Beschreibung vor allem die schon erworbene Kompetenz des Lernenden - also seine Position auf dem didaktischen Pfad - sowie der zu transportierende Inhalt der Lerneinheit bzw. das Lernziel relevant.

Der Zweck variiert wiederum in Abhängigkeit der Benutzergruppe, was sowohl die Darstellungsform als auch den Informationsinhalt bestimmt. Verschiedene Publikationen definieren die beteiligten Akteure aus Sicht der zu erbringenden Pflege- oder Therapieleistung in Bezug auf den Pflegeempfänger, als Ausgangspunkt (Top-Down, vgl. [198–200]). Damit ergeben sich die folgenden Benutzergruppen:

- Pflegeempfänger
- professionelle Pflegekräfte (vor Ort und entfernt)
- Tele- und eHealth-Personal
- informelle Pflegekräfte (vor Ort und entfernt)
- Techniker

Während der Pflegeempfänger und die informellen Pflegekräfte eher metaphorische und vereinfachte Darstellungen der Informationen benötigen, sind professionelle Pflegekräfte und Tele- bzw. eHealth-Personal eher auf Trends und krankheitsspezifische Auswertungen angewiesen [198]. Der Detailgrad sowie die Informationsdichte und -breite ist hier anzupassen. Eine Sonderrolle nimmt das technische Personal ein. Hier muss ein expliziter Zugriff auf nötige Meta-Informationen möglich sein. Es darf jedoch keine Einschränkungen des Datenschutzes oder der Datensicherheit geben. Konkret sind nötige Systemparameter und - sofern zwingend erforderlich - auch personenbezogene Daten zugänglich zu machen, jedoch nur zeitlich begrenzt und möglichst anonym (vgl. auch Abs. 3.2.3.2).

Ist der Zweck der Informationsdarstellung die Weitergabe an Dritte oder Einbindung von Daten Dritter, ist Interoperabilität sicherzustellen. Da es sich hierbei um computergestützte Kommunikationspartner handelt, muss die Information standardisiert vorliegen oder in einen entsprechenden Standard überführt werden. Dieser ist wiederum abhängig vom Einsatzzweck beim Empfänger. Agiert die Wohnung in ihrer Rolle als weiterleitender Akteur, werden also externe Daten und Informationen in die eigene Darstellung integriert, ist die Wohnung zur Sicherstellung der Anforderung der zweckbestimmten Darstellung und angepassten Darstellungsform auf die standardisierte Vorlage von Rohdaten angewiesen, um ggf. Informationsdichte, -breite und -form anpassen zu können. Die Integration der vielen internen und externen Datenquellen im häuslichen Umfeld muss unter Berücksichtigung der hier definierten Anforderungen also in weiterverarbeitbarer Form erfolgen.

Insbesondere für technologisch heterogene Anwendungssysteme (z.B. Mischungen aus Sensoren verschiedener Hersteller oder verschiedener Dienstleistungen) gilt die unbedingte Notwendigkeit der Integration in eine, den hier genannten Anforderungen genügende Repräsentationsform.

Angepasste Darstellungsform Die Form der Informationsdarstellung beschreibt (1) die Nutzung gestalterischer Freiheitsgrade zur Optimierung der Benutzbarkeit (engl. „usability“) in Bezug auf Verständlichkeit, (2) die Anpassung an den Benutzer oder Rezipienten der Information durch Vereinfachungen (z.B. Kategorisierung) sowie (3) die Einhaltung von Design-Prinzipien. Diese drei Achsen geben die Anforderungen an Usability vor.

Verständlichkeit beruht auf der Fähigkeit die dargestellten Informationen interpretieren zu können. Dies geschieht nicht allgemeingültig, sondern ist stark abhängig vom Rezipienten. Zwei der bestimmenden Faktoren zum erfolgreichen Verständnis der Darstellung sind die intrinsische Komplexität und die extrinsische Schwierigkeit des Anwendungssystems [201, S. 1058]. Erstere gibt an, wie komplex das zugrundeliegende Informationsmodell ist. Bildet sich eine Aussage aus sehr vielen, teilweise wiederum komplexen Datentypen, kann das entstehende Konzept unintuitiv sein. Während beispielsweise das darzustellende Konzept „Schlafqualität“ eine intuitive Verständlichkeit aufweist, bedarf das Konzept „spirituelles Wohlbefinden“ einer genaueren Erklärung bezüglich Konstitution und Bedeutung. Die extrinsische Schwierigkeit entsteht beim Abarbeiten spezifischer Aufgaben mit dem Anwendungssystem. Sie wird maßgeblich durch die Wahl der Darstellungs- und Interaktionsform beeinflusst und ist der primäre Indikator für die Bedienbarkeit. Entsprechend dieser beiden Faktoren erfolgt dann das eigentliche Verstehen der Darstellung durch das Zusammensetzen von konzeptuellen und visuellen Informationen. Dieser Vorgang der Nachrichtensynthese (engl. „message assembly“) hat seinen Ursprung in der Theorie des Graphenverständnisses nach Pinker [200] und erfordert eine Reduktion der beschriebenen zwei Faktoren Komplexität und Schwierigkeit. Informationen sollten demnach durchaus mehrfach redundant, jedoch niemals in 3D oder animiert dargestellt werden.

Um die Anpassung an den Rezipienten sicherzustellen, sind die o.g. Benutzergruppen ebenso anwendbar. Vorrangig differenzieren lässt sich hier der Faktor intrinsische Komplexität. Der Pflegeempfänger oder informelle Pflegekräfte benötigt einfache Konzepte, wie Schlaf oder Aktivität. Professionelle Pflegekräfte oder Tele- bzw. eHealth-Personal können durch ihr Vorwissen durchaus komplexere Konzepte erfassen. Gleiches gilt für technisches Personal, wenngleich die Konzepte hier zusätzlich domänenübergreifend bzw. transprofessionell gebildet werden können und sich natürlich von denen medizinischer Benutzer unterscheiden. Die extrinsische Schwierigkeit ist ebenso zu beachten. Um beispielsweise eine Überfrachtung mit Einzelinformationen zu Verhindern, lassen sich Informationen in neue Konzepte aggregieren. Ein Ansatz hierzu ist die Darstellung von Wohlbefinden in den Komponenten physisch, mental und sozial. Manchmal auch erweitert um funktionales, seelisches, emotionales und spirituelles Wohlbefinden [11–13], lassen sich für alle drei bis sieben Dimensionen des Konzeptes einfache Darstellungsformen finden. Aus diesem Beispiel wird jedoch das Zusammenspiel der beiden Faktoren deutlich. Obwohl sich die extrinsische Schwierigkeit reduziert, zieht die Einführung der kategorisierten Konzepte eine Erhöhung der intrinsischen Komplexität nach sich. Eine Abwägung oder ggf. schrittweise Einführung ist hier erforderlich.

Die personalisierten Anforderungen nach Nutzergruppe werden umrahmt von allgemein gültigen

Design-Prinzipien, die in der Entwicklung der geeigneten Darstellungsform Beachtung finden müssen. Für die Domäne der medizinischen Anwendungssysteme sind die 14 Prinzipien der Nielsen-Shneiderman Heuristik relevant (vgl. Tab. 3.2). Insbesondere die ersten sechs Punkte beschreiben Richtlinien bezüglich der Gestaltung und sind damit im Kontext der Informationsdarstellung besonders zu beachten. Die übrigen Regeln adressieren die Bedienbarkeit oder Rahmenanforderungen.

Tabelle 3.2.: Nielsen-Shneiderman Heuristik nach Zhang et al. (übersetzt und zusammengefasst aus [201, S. 25f], in Anlehnung an [202,203])

<i>Konsistenz</i>	Konsistente Darstellung und Nutzen von Standards
<i>Sichtbarkeit</i>	Darstellung von Systemzustand, Interaktionsmöglichkeiten und -folgen
<i>Zuordbarkeit</i>	Übereinstimmung von Systematisierung und realer Welt
<i>Minimalismus</i>	Vermeidung zusätzlicher Informationen
<i>Merkfähigkeit</i>	Wiedererkennbarkeit statt Merkbelastung
<i>Feedback</i>	Informationsreiches Feedback
<i>Flexibilität</i>	Flexibilität und Anpassbarkeit des Systems
<i>Benachrichtigungen</i>	Verständliche Fehlermeldungen
<i>Fehlertoleranz</i>	Benutzerfehlern ist systemisch vorzubeugen
<i>Abschluss</i>	Aufgaben sind klar in Beginn, Mitte und Ende getrennt
<i>Umkehrbarkeit</i>	Ausführungen müssen rückgängig zu machen sein
<i>Sprache</i>	Sprache soll dem Nutzer angepasst sein
<i>Kontrollverhältnis</i>	Benutzer kontrollieren das System, nicht anders herum
<i>Dokumentation</i>	Hilfe zur Bedienung ist verfügbar

Auf Darstellungsebene - insbesondere für Graphen - sind Wickens Regeln zur perzeptiven oder prozessualen Nähe (engl. “proximity”, [204]) zu beachten. Sie drücken aus, dass Elemente, die konzeptuell in Bezug stehen auf gleiche Weise, in räumlicher Nähe und inhaltlicher Weise darzustellen sind. Beispielsweise können die Konzepte *Anzahl Schritte* und *Zeit im Sitzen* trotz ihrer verschiedenen Einheiten, Herleitungen und Messmethoden mit dem Ziel der Darstellung von Aktivität durch die gleiche Darstellungsform oder gar im gleichen Diagramm abgebildet werden. Ferner kann perzeptive Nähe durch Trendlinien hergestellt werden. Sie führen zu signifikant besserer Lesbarkeit bei Säulengraphen mit wenig Proximity, wie sie in der Darstellung von longitudinalen Schlafqualitätsdaten zum Einsatz kommen. So lassen sich insbesondere Änderungen schneller erfassen und Ergebnisse genauer ablesen. Balkendiagramme sind dadurch „sauberer“ und „einfacher zu lesen“ [205, S. 24]. Ein Beispiel sind die Hypnogramme zur Darstellung von Schlafphasen. Sie setzen sich aus übereinander angeordneten, horizontal verlaufenden Balken zusammen, welche die Dauer der entsprechenden Schlafphase angeben. Übergänge zwischen den Phasen werden durch Verbindung von Ende und Anfang aufeinanderfolgender Balken markiert. Hieraus lässt sich der Darstellung horizontal und vertikal folgen.

Ebenso universell ist der Einsatz von Farben beschreibbar. Sie sollten grundsätzlich sparsam eingesetzt werden, da Sie die perzeptive Nähe künstlich verringern und damit eine Signalwirkung der eingefärbten Komponenten erzeugen. Entsprechend des Konsistenzprinzips sollen Farben eine feste

Bedeutung haben. Rot und blau gleichzeitig, sowie die Kombination von schwachen Kontrasten sind zu vermeiden, um die Fokussierung durch das Auge zu erleichtern.

Ethisch-rechtliche Begrenzung Aus der im Grundgesetz festgeschriebenen Unverletzlichkeit der Wohnung leitet sich ein Kernbereich ab, der besonders zu schützen ist. Wenngleich dieser Schutz im Rahmen des Grundgesetzes als verfassungsmäßiges Recht gegenüber dem Staat, nicht jedoch gegenüber Dritten gilt, ist die hier vorgegebene Verfahrensweise bestimmend für nachfolgende Ordnungen, wie das bereits erwähnte BDSG und die EU DS-GVO [165,166]. Grundlegend gelten hier die gleichen Datenschutz- und Datensicherheitsanforderungen, wie an die Wohnung in ihrer Rolle als Datenspeicher oder Messinstrument (vgl. Abs. 3.2.2.2). Neben den inhaltlichen Informationen, sind anwendungsfallbezogene Metadaten darzustellen, die einen Rückschluss auf Korrektheit und Aktualität zulassen. Vertraulichkeit, als Kriterium der Datenqualität, spielt auch auf Ebene der Bereitstellung eine Rolle. Ein entsprechender Zugriffsschutz ist aus reinen Datenschutzgründen zu gewährleisten. Hinzu kommt, dass die potentielle Veränderung von Daten die Integrität des informationsverarbeitenden Systems Wohnung beeinträchtigt. Die Folge sind nicht nur ausbleibende sondern eventuell schadhafte Effekte.

Neben der rechtlichen Begrenzung der Sichtbarkeit von Informationen, spannt der hochsensible Charakter der wohnungsbezogenen Daten und Informationen eine ethische Dimension der Zugriffsbeschränkung auf. Die Grenzen der Einwilligungsfähigkeit (vgl. Abs. 3.2.2.4) sind in die Entscheidung, welche Informationen dargestellt werden können, mit einzubeziehen.

3.2.3.3. Realisierung

Systematisches Review von AAL-Visualisierungen Zur Erhebung einer Grundlage optimaler Designkonzepte diente ein systematisches Review [199]. Ziel war die Identifikation und Analyse von Visualisierungskonzepten, mit anschließender, prototypischer Implementierung in Form von Mockups und abschließender Evaluation in relevanten Zielgruppen. Grundlage für die Suche waren die Literaturdatenbanken IEEE Xplore [206], Medline (via Pubmed, [207]), ACM Digital Library [208], Science Direct [209] und SpringerLink [210]. Die Suche beschränkte sich auf englische und deutsche Artikel. Die Suchbegriffe waren jeweils Synonyme oder verwandte Begriffe aus den Bereichen AAL, Visualisierung und Daten. Die Begriffe wurden in zwei Blöcken verodert und blockweise verundet und je nach Datenbank und Suchinterface angepasst (vgl. Lst. 3.1). Die interne Logik kam jedoch immer in der gezeigten Weise zum Einsatz.

```
1 ( "Ambient Assisted Living" OR "AAL" OR "Smart Home" )
2 AND
3 ( "Sensor Data" OR "Visualization" OR "User Centered Design" OR "Wireframe" )
```

Listing 3.1: Generischer Suchbegriff für Review von AAL-Visualisierungen

Die Extraktion der Ergebnisse erfolgte nach Titel, Abstract und Volltext. Ausgeschlossen wurden Systeme, die nicht aus dem Bereich AAL oder Smart Home kamen, keine Visualisierung oder keine Designrichtlinien beinhalteten sowie Duplikate. Alle Ergebnisse wurden in die Bereiche Interface- und Systemgestaltung, Visualisierungskonzepte und Benutzeranforderungen untergliedert. Insgesamt

samt wurden 38 aus 426 gefundenen Ergebnissen ausgewählt. Dazu kamen 10 Publikationen durch eine Rückwärtsreferenzsuche und eine gezielte Autorensuche (vgl. Abb. 3.5).

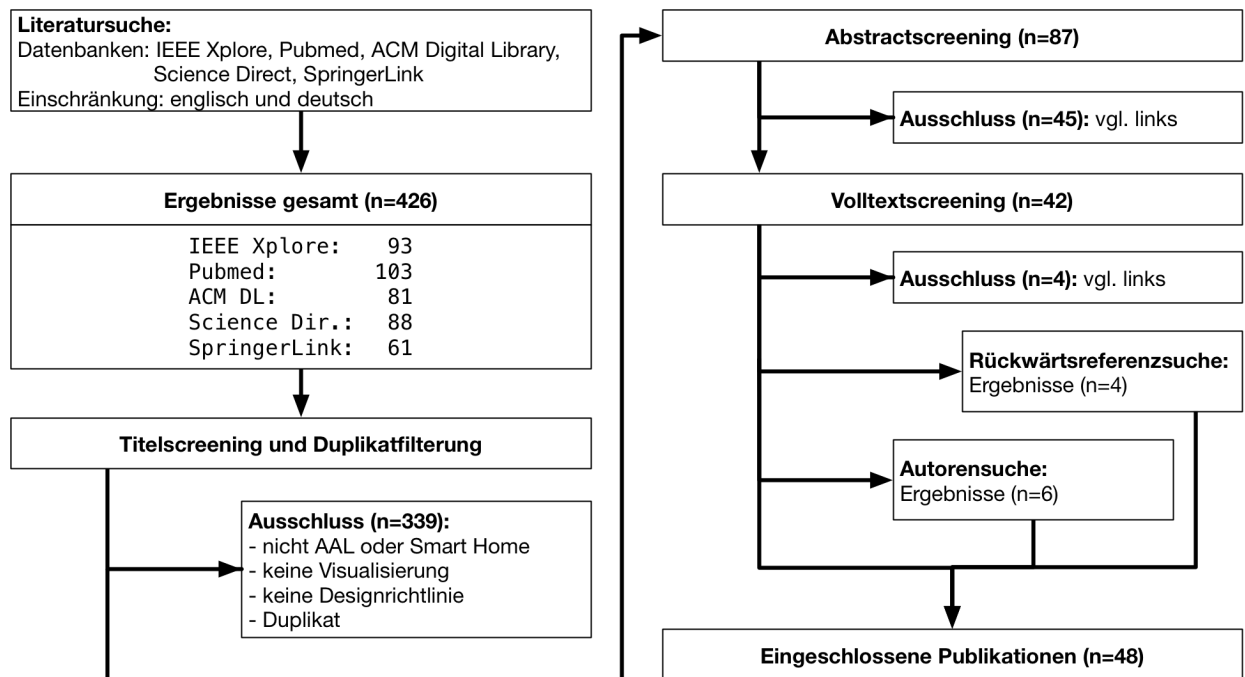


Abbildung 3.5.: Flussdiagramm zur Auswahl der Publikationen zu AAL-Visualisierungen. (Quelle: eigene Darstellung)

Nach Anwendung der o.g. Einteilung ergaben sich zwölf Publikationen zu allgemeinen Designprinzipien, 25 Visualisierungskonzepte und elf Publikationen zu Benutzeranforderungen.

Die Methoden und Ergebnisse der Publikationen zur allgemeinen Interface- und Systemgestaltung sind sehr unterschiedlich. Rodriguez et al. entwickeln in [211] ein Anwendungssystem zur Medikationsunterstützung und suchen in einer Studie mit 17 technischen und medizinischen Fachkräften nach Designproblemen. Gao et al. adressieren in [212] den Umgang mit hochfrequenten Daten bei Unfällen in Workflowanalysen und Usabilityevaluationen mit ebenfalls 17 Fachkräften. Als wesentliche Ergebnisse nennen beide Publikationen die nötige Verständlichkeit und Kontextualisierung von Informationen. Einfache Metaphern können helfen, die Verständlichkeit zu erhöhen, finden auch Kascak et. al [213] in Fokusgruppen zur Identifizierung optimaler Icons für mobile Endgeräte heraus. In [214] gibt die gleiche Forschergruppe allgemeinere Hinweise zur Gestaltung von Benutzeroberflächen für mobile Endgeräte. Ebenfalls für Mobilgeräte entwickeln Bhatt et al. in [215] und geben Hinweise zur optimalen Anordnung von Schaltflächen und zum Einsatz von Farben. Abib et al. und Vadaliya et al. [216,217] schlagen nutzerangepasste Nachrichten und Dashboards vor. Zu ähnlichen Ergebnissen kommen die Autoren von [218], [219] und [220] in Fokusgruppen, Literaturrecherchen und Usability-Evaluationen. Demnach ist vor allem die Anpassbarkeit der Oberflächen wichtig. In [221] gehen Rashidi und Mihailidis im Rahmen eines generellen Überblicks zu AAL-Systemen vor allem auf Alarme und Fehler bzw. deren Vermeidung ein. Garrido et al. entwickeln in [222] eigene Softwarekomponenten (hier “Widgets”) zum Design von graphischen

Benutzeroberflächen. Ihre Evaluation an zwölf Probanden fokussiert vor allem die Lenkung von Aufmerksamkeit und die Granularität von Benachrichtigungen.

Die Spanne der Visualisierungen reichte von orts aufgelösten Baumscheibendiagrammen, Ansichten nach Zeit und Sensoraktivität über raumbezogene Ansichten zu Balkendiagrammen oder Heat-Maps.

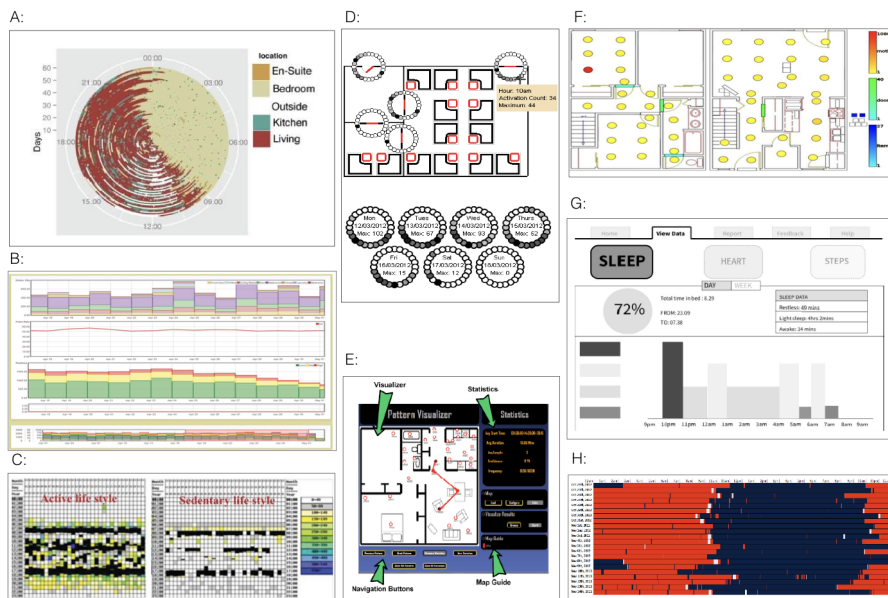


Abbildung 3.6.: Spiral-, Raum/Zeit- und Balkendiagramme sowie HeatMaps aus dem Review zu AAL-Visualisierungen. (Quellen: A: [223], B: [224], C: [225], D: [226], E: [227], F: [228], G: [229], H: [73])

Doyle et. al. stellen für die Visualisierung der Daten des Great Northern Heaven Projekts [73] verschiedene Visualisierungsansätze vor. In [223] werden Spiraldiagramme (engl. “spiral plot” oder “clock plot”) genutzt, um Sensorereignisse in konzentrischen Kreisen auf einer 24-Stunden-Skala aufzutragen. Hierbei lässt sich die Regelmäßigkeit solcher Events optisch einschätzen. Eine ähnliche Ansicht, jedoch in Zeilenform, zeigen die Autoren in [73] zur Darstellung von Schlafdaten. Ebenfalls in Zusammenarbeit mit Doyle schlägt Wilson in [229] die Aggregation der Daten in einem prototypischen Design für eine Informationswendung für ältere Bewohner vor. Hauptelement bildet eine zeitfokussierte Ansicht für Tage und Wochen verschiedener Datenquellen (vgl. in Reihenfolge der Nennung Bild A, G und H in Abb. 3.6). Genauso zeitfokussiert sind die Blockdiagramme von Wang et al. in [225]. Sie dienen der Darstellung von Aktivitätsstufen mittels Farbkodierung, in einer stundenweise segmentierten Tagesansicht (vgl. Bild C in Abb. 3.6). Verschiedene Balkendiagramme, Trendlines und deren Aggregation kombinieren Sheahan et al. in eine Gesamtübersicht für Aktivitäts-, Puls- und Schlafdaten. Primäre Elemente sind hier die Farbkodierung und das redundante Darstellen der Informationen durch verschiedene Vergrößerungsstufen (vgl. Bild B in Abb. 3.6). Synott et al. entwickeln in [226] ein Anwendungssystem zur Erstellung flexibler Visualisierungen für ein sensorerweitertes Gebäude. Das Beispiel in Bild D

von Abb. 3.6 zeigt eine Büroumgebung mit Schreibtischen, Stühlen und Türen. Sensorereignisse werden in 24 kreisförmig angeordneten Kreisen dargestellt, welche proportional zur Ereignishäufigkeit eingefärbt sind. Wenngleich die Nachrichtensynthese hier schwieriger ist, ermöglicht die Ansicht, nach etwas Übung, die schnelle Erfassung von Ist-Zustand und Kurzzeittrends. Rashidi und Cook adressieren in [227] die Darstellung von, durch unüberwachtes Lernen identifizierten, Bewegungsmustern aus Daten des CASAS Projektes [74]. Die Ansicht fokussiert die räumliche Anordnung der Muster und legt einen Raumplan der Wohnungen zugrunde, in welchen anschließend die Bewegungspfade eingeblendet werden. Ohne Kontextwissen ist die Visualisierung schwer zu erfassen (vgl. Bild E in Abb. 3.6). Daten des gleichen Projektes bereiten Chen und Dawadi in [228] in Form von sensorspezifischen Heatmaps auf. Auch hier bildet ein Grundriss der Wohnung die Basis der Visualisierung. Aktivierungen von Sensoren im Zeitfenster werden durch hellere oder dunklere Farben in verschiedenfarbigen Skalen dargestellt (vgl. Bild F in Abb. 3.6).

Einige Publikationen ordneten ihre Informationen in mentale, physiologische, soziale und spirituelle Gesundheit nach dem Modell von Dunn oder einer der Abwandlungen von Greenberg oder Phealen (vgl. [11–13]). In [230] geben Sharmin et al. für die jeweiligen Bereiche verschiedene Komponenten, wie Gedächtnisfähigkeit, Stimmung oder kognitive Bearbeitungsgeschwindigkeit an. Sie werden in eine Kennzahl für Wohlbefinden aggregiert, deren Zusammensetzung durch individuelle Gewichtung der Teilkomponenten angepasst werden kann (vgl. Bild C in Abb. 3.7). Noch umfassender ist der Visualisierungsvorschlag von Thai et al. in [218]. Semantische Grundlage ist auch hier das Modell von Wohlbefinden nach Dunn, dessen vier Bereiche sowohl aggregiert als auch in verschiedenen Einzeldarstellungen wiedergegeben werden. Hinzu kommen die Möglichkeit, Termine zu planen und mit dem behandelnden Arzt oder Angehörigen in Kontakt zu treten. Die Übersicht zeigt Bild B in Abb. 3.7. Weitere Ansichten sind in der zugehörigen Publikation [218] dargestellt. Weitere Möglichkeiten der Abbildung derselben Bereiche (sozial, kognitiv, spirituell, physisch) geben Le et al. in [231] an. Durch Fokusgruppen werden Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Darstellungen ermittelt. Grundlage aller Formate der Darstellung D in Abb. 3.7 sind jeweils der gleiche Datensatz. Zum Einsatz kommen Balken-, Polygon- und Kreis-Diagramme in verschiedenen temporalen Auflösungen. Ebenfalls eine Gegenüberstellung verschiedener Visualisierungen nehmen Sharmin et al. in [230] vor. Zum Einsatz kommen hier räumlich-zeitliche Darstellungen mit Gewichtung in Größe und Farbe, proportional zur Aufenthaltshäufigkeit und zum ortsbezogenen Stresslevel sowie die Darstellung als einzelne Ereignisse, im zeitlichen Verlauf oder als Ereignisse im Kontext der betrachteten Orte (vgl. Bild A in Abb. 3.7).

Wiederum andere stellten sehr abstrakte oder metaphorische Visualisierungen dar. So beschreiben Juarez et al. ein Modell mit multiplen temporalen Achsen gleichen Ursprungs, die jeweils einen Ort referenzieren (vgl. [233] und Bild A in Abb. 3.8). Aufenthalte sind als Boxen auf den Achsen dargestellt. Übergänge zwischen den Orten finden sich in Form von radialen Pfeilen. Für die Auswertung im Kontext des AAL können Achsen zusammengefasst und dadurch Übergangspfeile eliminiert werden. Wenngleich der Ansatz innovativ ist, bedarf es ausreichenden Vorwissens, um eine Kontexterfassung und Deutung vorzunehmen. In einer früheren Variante von [73] zeigen Doyle et al. die Abstraktion der Bereiche des Wohlbefindens nach Dunn in Form einer metaphorischen Blume [234]. Die Farbigkeit der Blütenblätter gibt den Status des jeweiligen Bereiches an (vgl. Bild B in Abb. 3.8). Nam et al. verzichten auf den Einsatz von Farben und kodieren in

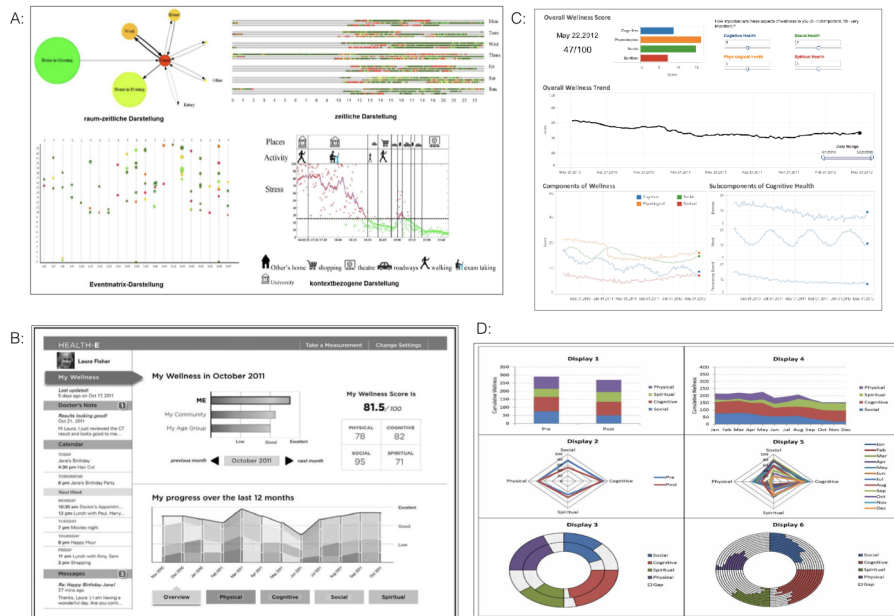


Abbildung 3.7.: Visualisierungen nach Modell von Dunn, Greenberg oder Phelan (vgl. [11–13]). (Quellen: A: [230], B: [218], C: [232], D: [231])

[235] das Auftreten von Aktivitäten durch ineinander verschachtelte, in Graustufen gefärbte Kreise unterschiedlicher Größe. Die Freiheitsgrade in Anordnung, Schachtelung, Größe und Färbung korrelieren zur zeitlichen Abfolge, (räumlichen) Abhängigkeit, Dauer und Häufigkeit der Aktivitäten. Auch diese Visualisierung erfordert ein hohes Maß an Vorkenntnis und erschließt sich nicht intuitiv. Ein Beispiel für zwei Probanden zeit Bild C in Abb. 3.8.

Insgesamt elf weitere Arbeiten untersuchten explizit die Anforderungen der Benutzer an die Visualisierungen. Primäre Methoden waren Befragungen, Beobachtungsstudien, Simulation oder Literaturrecherchen. Caprani et al. geben in der Evaluation eines Medikationsunterstützungssystems des CASALA Projektes [236] Diagrammtypen an, die für AAL-Visualisierungen genutzt werden sollten (vgl. auch Tab. 3.3). Demnach soll Aktivität möglichst in Balkendiagrammen dargestellt werden, um eine einfache Auswertung und Vergleichbarkeit zu erreichen. Ebenfalls auf Aktivität zielen die Untersuchungen in [237–240] ab. Die Ergebnisse beinhalten unter anderem die Einführung von Aktivitätslevel, das reine Darstellen von Abweichungen, den Verzicht auf die Darstellung komplexer Verhaltensprofile sowie die Abstraktion der dargestellten Informationen in Schichten unterschiedlicher Detailgrade. Mulvenna et al. betrachten Visualisierungsanforderungen aus Sicht verschiedener Benutzergruppen am Beispiel nächtlichen Monitorings für demenziell erkrankte Ältere (vgl. Abs. 3.2.3.2). Alexander et al. und Kleinberg et al. heben in [241] und [242] vor allem die Individualität der Nutzer hervor und betonen die hieraus folgende Notwendigkeit personalisierte Anpassungen vornehmen zu können. Hierfür eignen sich laut Doyle et al. Graphen besser als Metaphern, da Metaphern nicht universell verstanden werden [243].

Aus den Gestaltungsrichtlinien, Designs und Benutzeranforderungen wurden Methoden zur Lö-

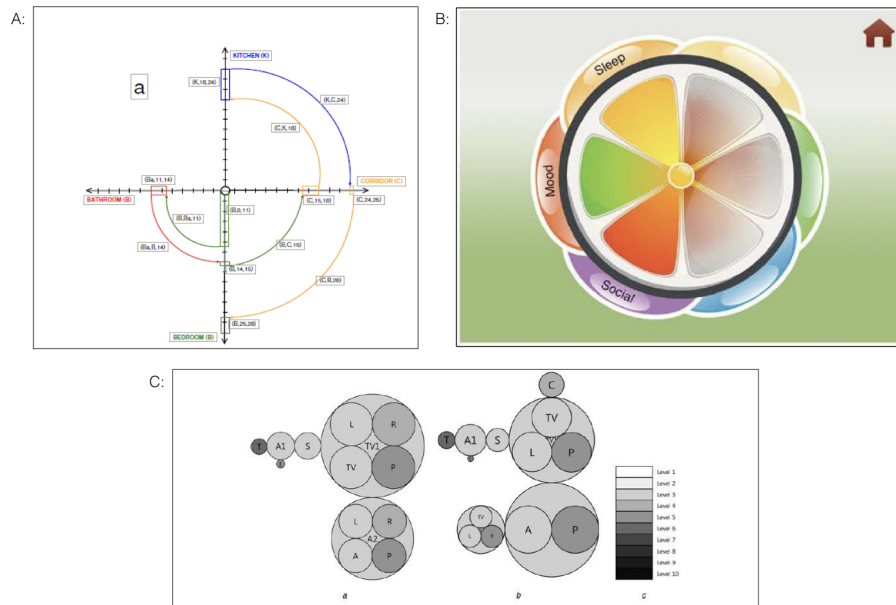


Abbildung 3.8.: Abstrakte und metaphorische AAL-Visualisierungen. (Quellen: A: [233], B: [234], C: [235])

sung allgemeiner Anforderungen an die Visualisierung abgeleitet, die in Tab. 3.3 dargestellt sind. Hinzu kamen anwendungsfallbezogene Anforderungen mit entsprechenden Lösungsansätzen (vgl. Tab. 3.4).

Tabelle 3.3.: Anforderungsbezogene Lösungsansätze zu AAL-Visualisierungen (erarbeitet in [199])

Anpassung an die Nutzergruppe	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Ältere Menschen</i>: Aktueller Gesundheitsstatus, Routine, Abläufe, motivierende Funktionen • <i>Medizinisches Personal</i>: Langzeitdaten, Risikoerkennung, Dashboard, Vergleichbarkeit, Patientenidentifikation
Nutzen erkennbar machen	<ul style="list-style-type: none"> • Maßnahmen vorschlagen & optimale Werte anzeigen
Kontextsensitivität wahren	<ul style="list-style-type: none"> • Ungewöhnliche Werte hervorheben • <i>Nutzeranpassung</i>: temporäre Informationen

Tabelle 3.3.: Anforderungsbezogene Lösungsansätze zu AAL-Visualisierungen (erarbeitet in [199])

Informationen verständlich machen	<ul style="list-style-type: none"> • Referenzdaten für optimale Werte • Beschreibungen der Informationen, • Informationen reduzieren (Tabs) • Informationen kategorisieren & sortieren • Detailgrad der Informationen beachten • kognitive Anstrengung minimieren
motivierendes Design einsetzen	<ul style="list-style-type: none"> • Seriosität und Sicherheit vermitteln • Informationen zusammenfassen • Ziele markieren
Benachrichtigungen kontrollieren	<ul style="list-style-type: none"> • Unterschiedliche Stufen für Benachrichtigungen (dezent, moderat, auffällig) • Hinweise einbauen
Veränderungen hervorheben	<ul style="list-style-type: none"> • Veränderungen mit Pfeilen kennzeichnen • Kontrast und Helligkeit verwenden • nach Dringlichkeit sortieren • Leistungen zusammenfassen (Prozent)
Fehlinterpretation minimieren	<ul style="list-style-type: none"> • Schlüsselinformationen anzeigen & hervorheben • Hinweise verwenden
Interfacegestaltung	<ul style="list-style-type: none"> • flexibel, intuitiv, konsistent • Menüführung muss selbsterklärend sein
Diagrammarten	<ul style="list-style-type: none"> • Balkendiagramme und Liniendiagramme leichter verständlich • Einteilung mit Farben und Helligkeit verdeutlichen

Die primären Anforderungen an die Visualisierung sind entsprechend der allgemeinen Gestaltungsrichtlinien gehalten. Nutzergruppenspezifische Anpassung kann durch Variation des Detailgrades und Ausrichtung auf konkrete Routineabläufe erfolgen. Hierbei muss der konkrete Nutzen erkennbar sein. Ermöglicht wird das durch das Vorschlagen von Maßnahmen oder die Anzeige optimaler Referenzwerte. Ungewöhnliche Werte sollen in Diagrammen oder Graphen hervorgehoben und eigene, temporäre Informationen - wie Notizen oder Einblendungen - ermöglicht werden, um Kon-

textsensitivität herzustellen. Durch Erklärung, Reduktion und Kategorisierung kann die kognitive Anstrengung reduziert und die Verständlichkeit der Informationen gesteigert werden. Das Design muss Seriosität vermitteln, jedoch - beispielsweise durch die Markierung von Zielen - Motivation hervorrufen. Hinweise in Form von Nachrichten sollten Teil der Visualisierung sein, müssen aber abgestuft und einheitlich Anwendung finden. Veränderungen sollen durch Pfeile, Kontraste oder Helligkeit hervorgehoben werden. Mögliche Sortierungen sind hier nach Dringlichkeit oder Leistung in den aggregierten Komponenten. Fehlinterpretationen kann durch die Hervorhebung von Schlüsselwörtern oder die Einblendung kontextsensitiver Hinweise entgegengewirkt werden. Die Gestaltung des umgebenden Interface muss flexibel und konsistent sein. Kommt eine Menüführung zu Einsatz, sind wenig Hierarchie und selbsterklärende Bezeichner aus dem domänen-spezifischen Vokabular der Benutzer zu verwenden. Generell sind Balken- und Liniendiagramme aufgrund ihrer Gebräuchlichkeit leichter verständlich. Der Einsatz von Farben und Kontrasten kann die Interpretierbarkeit positiv beeinflussen.

Tabelle 3.4.: Anwendungsfallbezogene Anforderungen an AAL-Visualisierungen (erarbeitet in [199])

Wohlbefinden (ältere Menschen)	<ul style="list-style-type: none"> • Soziale Aktivität darstellen (z.B. Zeit außerhalb des Hauses, Fragen zur Selbstreflexion) • Dunn-Modell kann verwendet werden • Graphisches Tagebuch verwenden (Leistungszusammenfassung) • Gesundheitsverlauf • Erinnerungshilfen (Medikamenteneinnahme)
Vitaldaten (medizinisches Personal)	<ul style="list-style-type: none"> • Diagramme: Liniendiagramme • Informationen: Herzschlag, Blutdruck, Gewicht, Durchschnittsdaten
Raumnutzung	<ul style="list-style-type: none"> • Räume mit Farben codieren • Sensor darstellen • keine Bewegungsprofilanalyse
Stress-Darstellung	<ul style="list-style-type: none"> • Verwendungszweck gibt Art der Visualisierung an
Sturzerkennung	<ul style="list-style-type: none"> • Diagramme: Balkendiagramme • Informationen durch Gruppierung nach Räumlichkeiten reduzieren

Tabelle 3.4.: Anwendungsfallbezogene Anforderungen an AAL-Visualisierungen (erarbeitet in [199])

Schlafdaten	<ul style="list-style-type: none"> • Informationen: Herzschlag, Schlafzeiten, Schlafqualität • Diagramme: Kreisdiagramme (Tagesansicht), Balkendiagramme (Wochenansicht), Hypnogramme (Nachtansicht)
Aktivität	<ul style="list-style-type: none"> • Informationen: Dauer, Zeitpunkt, Art, Häufigkeit der Aktivität • Diagramme: Kreis- und Balkendiagramme, Aktivitätsmap & Aktivitätsmatrix • Allgemein: <ul style="list-style-type: none"> • Zeit-Raum-Verhältnis darstellen • Nutzer muss Veränderungen erkennen können • Performance & Intensität anzeigen • Mustererkennung schwierig • Langzeitdaten wichtig (30 Tage Überblick) • Liniendiagramme als Ergänzung
Sonstiges (Wetter, Sicherheit, Energie)	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatur • offene Türen & Fenster • Energieverbrauch der Geräte

Aus den Visualisierungen und Gestaltungsregeln lassen sich Anforderungen an bestimmte Anwendungsfälle ableiten. Häufigste Thematik war die Darstellung des aggregierten Wohlbefindens, teilweise in Form der erwähnten Bereiche nach Dunn. Die Vorschläge umfassten die Darstellung sozialer Aktivitäten sowie die Anregung zur Selbstreflexion. Ferner sollte der physische Verlauf dargestellt und Erinnerungshilfen gegeben werden. Vitalzeichen, insbesondere adressiert an medizinisches Personal, sollen sich Liniendiagrammen bedienen und die Parameter Puls, Blutdruck, Gewicht darstellen. Die Darstellung der Raumnutzung kann farblich kodiert, jedoch ohne komplexe Bewegungsprofilanalysen erfolgen. Die Darstellung von Stress ist, wie der Zustand selbst, stark individuell und richtet sich nach dem Verwendungszweck. Stürze lassen sich am einfachsten durch Balkendiagramme darstellen, da neben dem binären Auftreten oder Ausbleiben vor allem die Häufigkeit relevant ist. Eine Gruppierung lässt sich beispielsweise nach Räumlichkeit vornehmen. Schlafdaten enthalten primär den Puls, die Dauer des Schlafes und dessen Qualität. Weniger relevant für Bewohner, jedoch für die Auswertung durch medizinisches Personal sind die Schlafphasen. Zur Darstellung eignen sich einfache Kreisdiagramme, als Tagesansicht, Balkendiagramme in der Wochenansicht oder komplexere Hypnogramme für die Analyse einzelner Nächte inklusive der Schlafphasen. Informationen zur Aktivität sind vor allem Dauer, Zeitpunkt sowie

Art und Häufigkeit, welche in Kreis- und Balkendiagrammen dargestellt werden können. Zusätzliche räumliche Dimensionen können durch Heatmaps auf Grundrissen oder Aktivitätsmatrizen einfließen. Abseits der medizinischen Domäne, sollten sonstige Informationen in gleicher Weise in die Visualisierung integriert werden. Konkret relevant sind hier verschiedene Temperaturen, offene Türen und Fenster oder der Energieverbrauch spezifischer Geräte.

Auf Basis der herausgearbeiteten Lösungsvorschläge erfolgte das Design und die Implementierung möglicher Visualisierungen. Nach vorangehenden Konzeptzeichnungen, wurden entwickelte Ideen als HTML Mockups unter Verwendung von Bootstrap [244], GoogleCharts [245] und D3.js [246] jeweils getrennt für medizinisches Personal und Bewohner erstellt. Die anderen Benutzergruppen (vgl. Abs. 3.2.3.2) sind nicht adressiert worden, da aus den Ergebnissen des Reviews nur begrenzt Richtlinien für die Interfacegestaltung dieser Nutzer hervorgingen. Kern der Visualisierungen sind die Anwendungsfälle

- Monitoring von Aktivität als Aktivitätsniveaus,
- Überwachung ausgewählter Vitaldaten und
- Darstellung der Schlafgewohnheiten (Metriken der Schlafdaten).

Die Realisierung der Datenanbindung war explizit nicht Untersuchungsgegenstand und ist damit als Abgrenzungskriterium aus der Anforderungsanalyse hervorgegangen.

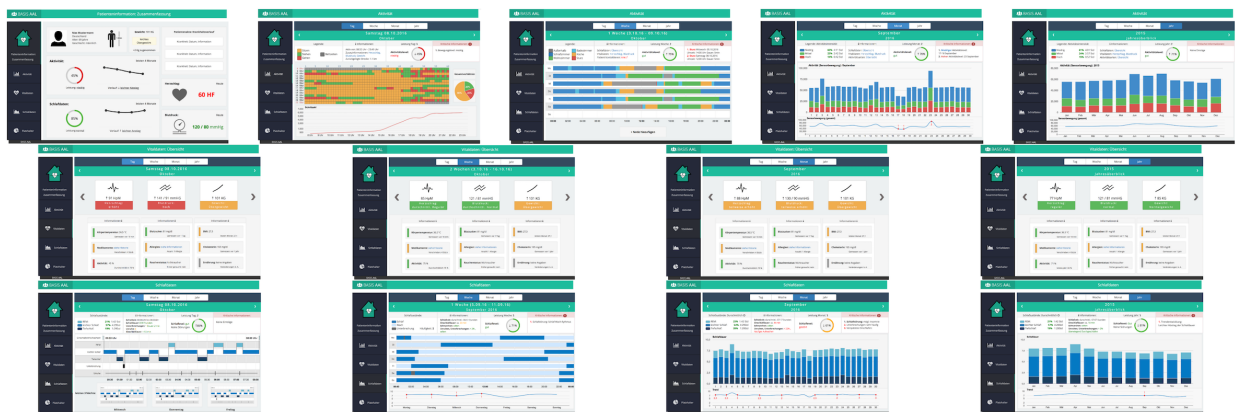


Abbildung 3.9.: AAL-Visualisierungen für medizinisches Personal. (Quelle: eigene Darstellung, erstellt in [199])

Beide Visualisierungen zeigen den Gesundheitszustand, die Aktivität und das Schlafverhalten. Die zeitliche Auflösung ist jeweils bezogen auf einen Tag, eine Woche, einen Monat und ein Jahr. Die Diagrammtypen unterscheiden sich hier. Primärer Fokus für die Ansichten des medizinischen Personals sind der Transport möglichst vieler relevanter Informationen, bei gleichzeitigem Hinweis auf Detailprobleme. Die Ansichten für die Bewohner setzen stärker auf konzeptuelle Aggregation und transportieren nur die nötigsten Informationen, bei gleichzeitiger Redundanz zur Steigerung der Verständlichkeit.

Die Visualisierung für das medizinische Personal greift auf detailliertere Diagrammtypen zurück. Medizinische Konzepte sind ohne weitere Erklärung benannt und in typischen Graphen dargestellt. Die Aktivitätsanzeige erfolgt in der Tagesansicht durch eine Heatmap aus stundenweisen Blöcken

mit einer Trendlinie zur Anzahl der Schritte. In der Wochenansicht finden horizontale Balkendiagramme je Tag Anwendung, welche - hier beispielhaft für alle Ansichten - mit einer Notiz versehen werden können. Die Monats- und Jahresansicht setzen vertikale gestapelte Balkendiagramme ein und zeigen eine Trendlinie mit Markierungen von auffälligen Punkten zum Gesamtbewegungsniveau. Vitaldaten werden für jeden Zeitabschnitt numerisch dargestellt und ggf. aggregiert. Auffälligkeiten werden farbig markiert und Trends durch Pfeile angedeutet. Schlafdaten einer Nacht werden als Hypnogramm der vier Phasen Einschlaf-/Aufwachzeit, REM, leichter Schlaf, Tiefschlaf und Unterbrechung angezeigt. Die Zeiten werden zusätzlich summiert und eine Übersicht der vorhergehenden drei Nächte gegeben. Die Wochenansicht zeigt nur die Schlafzeiten in horizontalen Balkendiagrammen je Tag. Zusätzlich werden Hinweise auf Auffälligkeiten in einer Trendlinie angegeben. Die monatliche und jährliche Übersicht nutzt erneut vertikale Balkendiagramme mit der gleichen, wenngleich auf den Zeitraum bezogenen Trendlinie, wie in der wöchentlichen Ansicht. Alle Ansichten sind in Abb. 3.9 zu sehen oder detaillierter in [199] beschrieben.

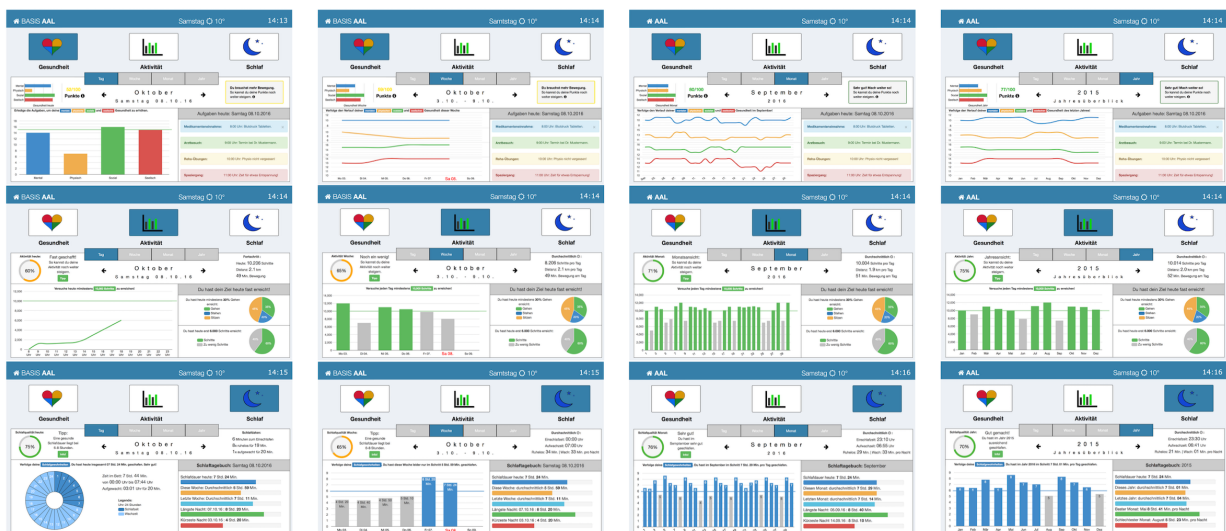


Abbildung 3.10.: AAL-Visualisierungen für Bewohner. (Quelle: eigene Darstellung, erstellt in [199])

Die Visualisierungen für die Bewohner adaptiert das Modell von Dunn für die Darstellung des allgemeinen Wohlbefindens insgesamt. Der Begriff “Gesundheit” wurde gewählt, um die kognitive Konzeptbildung zu erleichtern. Betrachtet werden jeweils die mentale, physische, soziale und seelische Gesundheit. Als Grundlage dienen Daten verschiedener Bereiche, wie eingenommene Medikamente, anstehende Arztbesuche, Reha-Übungen oder Bewegungsaufgaben, die in Trendlinien und Hinweiselementen angezeigt werden. Die Elemente bleiben über alle zeitlichen Ansichten erhalten, lediglich die Tagesansicht nutzt einfache Balkendiagramme. Die Aktivitätsansicht nutzt in der Tagesansicht eine einzelne Trendlinie zur Anzeige der Schritte, sowie Kreisdiagramme und Text für zu erreichende Ziele. Die Informationen werden mehrfach redundant dargestellt. Die wöchentliche, monatliche und jährliche Ansicht setzt auf vertikale Balkendiagramme. Die restlichen Anzeigeelemente bleiben erhalten, um eine einfachere Nachrichtensynthese geänderter Informationen zu ermöglichen. Die Schlafansicht zeigt in der täglichen Einstellung ein vereinfachtes Radialdiagramm aus Schlaf- und Wachzeiten. Die Wochen-, Monats- und Jahresansicht nutzt wieder bekannte vertikale Balkendiagramme. Zusätzlich werden aggregierte Werte für den entsprechen-

den Zeitraum dargestellt, um die redundante Nachricht kontextuell zu permutieren. Alle Ansichten sind in Abb. 3.10 zu sehen oder detaillierter in [199] beschrieben.

Für die Evaluation sind teilstandardisierte Interviews und beobachteten Benutzungsdurchläufen (engl. “usability walkthroughs”) mit zwei Benutzergruppen durchgeführt worden. Die Rekrutierung erfolgte in einer Rehabilitationseinrichtung in Seesen sowie in einer allgemeinmedizinischen und einer physiotherapeutischen Praxis im Raum Hannover statt. Die Gruppe A bestand aus n=9 älteren Personen (vier weiblich, fünf männlich) mit einem Altersdurchschnitt von 70 Jahren. Je drei von ihnen gaben an täglich oder wöchentlich einen Computer zu nutzen. Eine Person gab an dies einmal im Monat zu tun, zwei weitere gaben an, keinen Computer zu nutzen. Die Gruppe B bestand aus n = 7 Personen mit medizinischem Beruf. Hiervon waren zwei Krankenschwestern, ein Physiotherapeut, drei Neurologen und ein Allgemeinmediziner. Die Evaluation erfolgte anhand eines teilstandardisierten Fragebogens mit 18 Items mit den Schwerpunkten Effektivität, Effizienz und Zufriedenheit der Darstellung sowie demographischen Angaben. Die Aussagen wurden sinngemäß aggregiert und entsprechend der Fragen in positives und negatives Feedback sowie Empfehlungen geordnet. Die Ergebnisse zeigen Tab. 3.5 und Tab. 3.6.

Tabelle 3.5.: Feedback des medizinischen Personals zu den AAL-Visualisierungen in den Bereichen **E**ffizienz, **V**erständlichkeit und **Z**ufriedenheit (erarbeitet in [199])

	Positiv	Negativ	Empfehlung
E	<ul style="list-style-type: none"> • Liniendiagramme gut zur Trenddarstellung • Markierungen in Diagrammen hilfreich • Patientengespräche können verbessert werden 	<ul style="list-style-type: none"> • Vitaldaten nicht optimal integriert • Schlafdaten zu detailliert dargestellt • Referenzdaten fehlen 	<ul style="list-style-type: none"> • Stundenanzahl für Aktivität in den Wochen & Monatsansichten ergänzen • Wichtige Vitaldaten besser in die Aktivitätsdarstellungen integrieren
V	<ul style="list-style-type: none"> • Prozentkreis nützlich • Balkendiagramme und Sturzerkennung besonders verständlich 	<ul style="list-style-type: none"> • Diagramm-beschriftung für Vitaldaten zu ungenau • Herkunft der Sensordaten nicht ersichtlich 	<ul style="list-style-type: none"> • Schlafdatendetailgrad reduzieren • Legende für Vitaldaten hinzufügen • Herkunft der Daten beschreiben

	Positiv	Negativ	Empfehlung
Z	<ul style="list-style-type: none"> • Sturzerkennung innovativ • Kurze Eingewöhnungszeit 	<ul style="list-style-type: none"> • Bedrohung der Privatsphäre und des Arbeitsplatzes 	<ul style="list-style-type: none"> • Aktivitätsmatrix und Hypnogramm einfacher gestalten

Das medizinische Personal erachtet die Visualisierungen für hilfreich in Patientengesprächen und hält es für einen verfolgungswerten, innovativen Ansatz. Angemerkt wurden insbesondere das Fehlen von Referenzdaten sowie Bedenken zum Thema Datenschutz. Die Gespräche zeigten, dass das Konzept häuslicher Sensorik noch fremd zu sein scheint. Insbesondere die Ärzte hatten häufig ein grundsätzliches Problem sich die Wohnung als Messinstrument und Quelle medizinisch relevanter Daten vorzustellen.

Tabelle 3.6.: Feedback befragter älterer Personen zu den AAL-Visualisierungen in den Bereichen **E**ffizienz, **V**erständlichkeit und **Z**ufriedenheit (erarbeitet in [199])

	Positiv	Negativ	Empfehlung
E	<ul style="list-style-type: none"> • Motivierendes Design • Gesundheitszustand nachvollziehbar • Zusatzinformationen hilfreich • Geeignet, um Pflegebedürftigen zu beobachten 	<ul style="list-style-type: none"> • Blutdruckinformationen fehlen • Tagesansicht der Schlafdarstellung unnötig 	<ul style="list-style-type: none"> • Terminplan durch Warnungen und Zeitangaben ergänzen • Vergrößerungsfunktion hinzufügen
V	<ul style="list-style-type: none"> • Balkendiagramme am verständlichsten • Niedrige Werte gut erkennbar • Fortschritt durch Solllinie und Prozentkreis verständlich 	<ul style="list-style-type: none"> • Dunn zu abstrakt und kompliziert • Monatsdarstellung teilweise überladen 	<ul style="list-style-type: none"> • Detaillierte Informationen vermeiden • Zugehörigkeit der Dunn-Komponenten und Aufgaben deutlicher gestalten

	Positiv	Negativ	Empfehlung
Z	<ul style="list-style-type: none"> • Informationen können mit Freunden und Ärzten ausgetauscht werden 	<ul style="list-style-type: none"> • Zu kleine Schriftgröße • Farbkontrast (grau) teilweise zu undeutlich 	<ul style="list-style-type: none"> • Warnungen in rot • Kalender und Druck-Funktion

Die potentiellen Bewohner schätzten das Design als motivierend und nachvollziehbar ein. Die Ansichten eigneten sich nach Aussage der Befragten auch zur Weitergabe von Informationen an unmittelbar beteiligte Dritte, wie Familienangehörige oder Pflegepersonal. Die angestrebte Vereinfachung durch die Abstraktion in das Modell nach Dunn ist nicht gelungen. Die Befragten hatten Schwierigkeiten das Konzept zu erfassen und in für sie gewinnbringende Informationen zu übersetzen. Teilweise war der ohnehin schon reduzierte Detailgrad noch zu hoch oder der Nutzen einzelner Informationen nicht direkt ersichtlich.

Limitierend für die Evaluation waren die technischen Grundfertigkeiten der über 70-jährigen, welche eine generelle Ablehnung gegenüber der Technologie erkennen ließen. Die Größe der Stichprobe lässt hier jedoch keine belastbare Aussage zu. Ebenfalls einschränkend war die geringe mögliche Befragungszeit der Mediziner und Pflegekräfte, welche eine intensivere Beschäftigung mit den Mockups nicht erlaubte.

Für eine genauere Evaluation ist die Verbindung der Visualisierungen mit den Daten der Demonstratorwohnungen des BASIS Projektes geplant (vgl. Abs. 4.1.3.3).

Proaktive Wissensdarstellung für informelle Pflegekräfte Ziel des Projektes MoCaB ist es, die Belastung informeller Pflegekräfte zu reduzieren. Primäres Interventionsinstrument ist eine Softwarekomponente in Form einer Smartphone- oder Tablet-App, welche dem Pflegenden personalisierte Lernressourcen und Pflegehinweise proaktiv zur Verfügung stellt [183,184]. Sie wird im Folgenden als “MoCaB App” bezeichnet. Die Auswahl angezeigter Lernressourcen findet durch eine ontologiebasierte Serversoftware, die durch Sensorik generierte, aussagenlogische Axiome in Reasoning-Engines zu einer Sammlung infrage kommender Wissensressourcen deduziert (vgl. Abs. 4.2.4). Eine komplette Projektbeschreibung von MoCaB findet sich in Abs. 4.2.

Die Umsetzung der App erfolgte durch einen Projektpartner nach den gemeinsam definierten Anforderungen (vgl. Abs. 4.2.3.1). Zum Testen erster Benutzerinteraktionen und zur Definition des Funktionsumfanges wurden im Rahmen dieser Arbeit Bildschirm- und Interaktionsentwürfe (auch engl. UI- und UX-Mockups für “User Interaction” und “User Experience”) erstellt. Der App wurde das semantische Modell der Agenten zugrundegelegt, welche auf Ereignisse (engl. “events”) reagieren und wiederum neue Ereignisse generieren. Hieraus ergibt sich ein Ereignisstrom, auf dem die Agenten agieren. Um die Entwicklung agil gestalten zu können, sollten die Agenten schrittweise, als Softwarekomponenten hinzukommen.

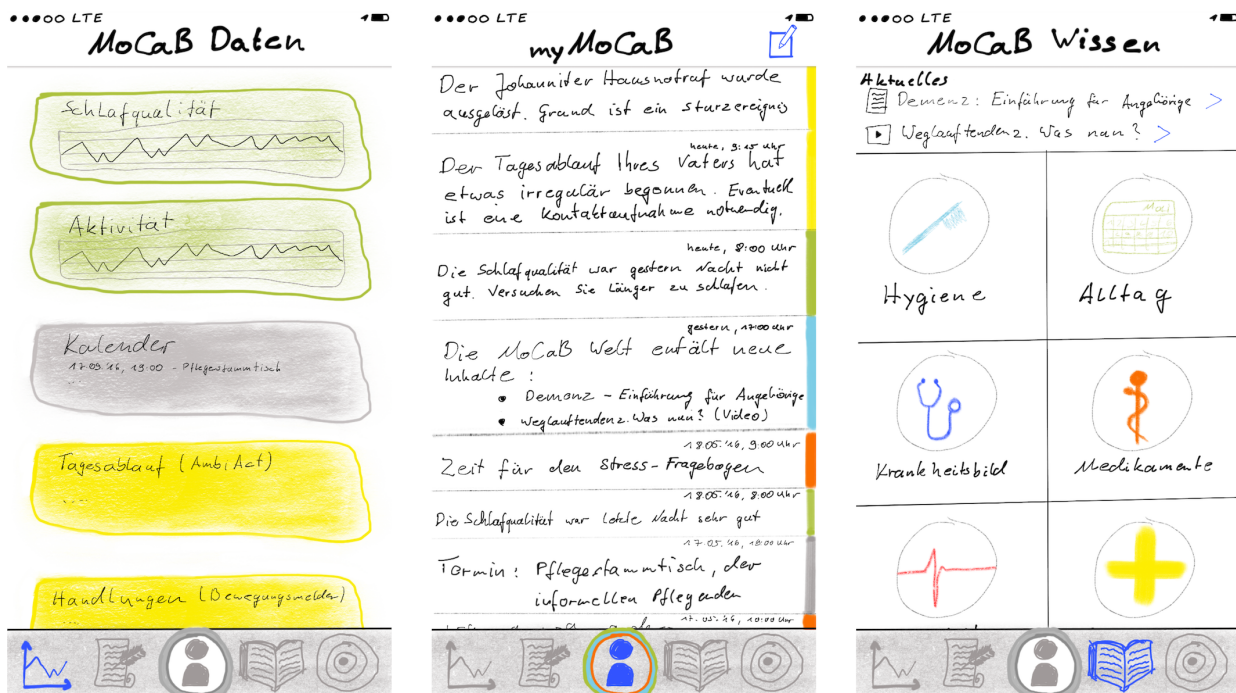


Abbildung 3.11.: Konzeptzeichnungen der zentralen Bereiche in der MoCaB App. vlnr.: Tab Gesundheit, Tab myMoCaB, Tab Wissensdatenbank (Quelle: eigene Darstellung)

Entsprechend der Anforderungen unterteilt sich das Designkonzept für die App in fünf Bereiche:

- **Daten** zeigt die ermittelten gesundheitsbezogenen Parameter aus ambierter, mobiler und Smartphonesensorik sowie eingegebene Parameter oder Assessmentergebnisse.
- **(Pflege-)Tagebuch** verbindet die Darstellung von Terminen, Ereignissen im Tagesablauf und Rahmeninformationen. Die Ansicht und das zugrundeliegende Modell kann zur Extraktion eines Pflegetagebuches genutzt werden.
- **myMoCaB** ist die zentrale Ansicht des Ereignisstroms und primäre Interaktionskomponente.
- **Wissen** beinhaltet alle Einträge in die Wissensdatenbank, geordnet nach Themenschwerpunkten und mit Hinweisen auf relevante Lernressourcen für den Pflegenden.
- **Netzwerk** erlaubt die Verwaltung des Unterstützernetzwerkes oder die Kontaktaufnahme mit anderen Pflegenden in ähnlicher Situation.

Alle Bereiche sind durch eine sog. Tabbar erreichbar und erhalten ein spezifisches Symbol. Den Mittelpunkt und die Startansicht der App bildet der Stream von *myMoCaB*. Das Design orientiert sich an der Zeitleiste, wie sie in Apps sozialer Netzwerke Anwendung findet. Die Ansicht spiegelt die Sammlung zeitlich geordneter Ereignisse wider, deren Modell ihr zugrunde liegt. Die Ereignisse sind, entsprechend ihres Ursprungs, farblich markiert. Mögliche Klassen sind Meldungen über Unregelmäßigkeiten (gelb), Messwerte oder generierte Beobachtungen von Sensoren (grün), Hinweise auf situativ relevante Wissensseinheiten (blau), Informationen oder Aktionen zur Selbstpflege (orange) sowie Termine und Rahmeninformationen (grau) (vgl. Abb. 3.11 mitte).

Grundlage der meisten Entscheidungen und Hilfestellungen sind erfasste Gesundheits- und Rah-

mendaten. Sie werden im Bereich *Daten* aufgelistet und sind mit dem Apple eigenen Framework zur Verwaltung von Gesundheitsdaten (HealthKit, vgl. [247]) verknüpft. Die Einbindung von weiteren Datenquellen ist möglich. (vgl. Abb. 3.11 links).

Den Zugang zum Wissenskatalog bietet das Tab *Wissen*. Die Ordnung erfolgt hier nach einer MoCaB eigenen Nomenklatur in verschiedene Bereiche. Dem übergeordnet sind Vorschläge zu neuen oder in dieser Situation relevanten Wissensressourcen (vgl. Abb. 3.11 rechts). Die Bereiche selbst sind nach eigenen Untergruppen sortiert. Die Art des Eintrages (Text, Video, Bild) ist durch ein entsprechendes Icon gekennzeichnet.



Abbildung 3.12.: Interaktion in myMoCaB mit Slide-Geste auf dem Profilbild (li) und geöffnetem Profil-Overlay (re) (Quelle: eigene Darstellung)

Das zentral angeordnete Profilbild oder der Avatar können aufwärts geschoben werden, um Zugriff auf Profilinformationen zu erhalten, bzw. diese bearbeiten zu können. Der verwaschene Hintergrund erhält den Kontext (vgl. Abb. 3.12).

Einträge können ausgewählt werden und sind Startpunkt für weitere Interaktionen mit der App (vgl. Abb. 3.13 links). Sie können Grundlage eigener Kommentare, beispielsweise für das Pflegetagebuch, sein, im Unterstützernetzwerk geteilt werden oder als kontextbezogener Einstiegspunkt in den entsprechenden Bereich der Wissensdatenbank dienen. Das Anlegen eines eigenen Kommentars zeigt Abb. 3.13 (mitte und rechts).

Im Projektverlauf war die Anpassung der ursprünglichen Entwürfe notwendig, um die Handhabung der App für die initiale Testung einfacher zu gestalten. Insbesondere der zentrale Ereignisstrom wurde vereinfacht, um die Zielgruppe nicht zu überfordern. Die neue Interaktionsform ist dialogbasiert und bereitet Wissensressourcen in kurzen Informationsartefakten auf. Hierdurch kann der Benutzer die Wissenstiefe direkt kontrollieren und auf natürliche Weise mit der App interagieren. Die Anwendung in Ihrem Zweck als Pflegeunterstützungssystem beschreibt Abs. 3.2.9.3.



Abbildung 3.13.: Kontextsensitive Aktionen für einen Eintrag in der MoCaB App (li), wie das Anlegen eines neuen Eintrages (mi) z.B. als Kommentar für das Pflagetagebuch (re). (Quelle: eigene Darstellung)

Konventionelle Interaktionsformen Als Teil der informierenden Funktionalitäten technische Assistenzsysteme ist die basale Ausgabe von Informationen zwingende Herausforderung für die zugrundeliegende Architektur. Im Projekt BASIS wird diese Grundanforderung durch ein vierzeiliges LCD Textdisplay ermöglicht, welches Teil jeder Wohnung ist (vgl. Abb. 3.31 in Abs. 3.2.11.3, rechts). Die entsprechende Anwendung, die das Assistenzsystem realisiert, entscheidet über die Ausgabe auf dem Display. Die begrenzte Fläche sowie die eingeschränkten Grafikfähigkeiten des Bauteils reduzieren die Darstellung auf das Wesentliche. Das Display wird verwendet, um Warnungen und Hinweise der Assistenzfunktionen auszugeben. Hierzu gehören die Meldung der bevorstehenden oder vollzogenen Abschaltung des Herdes ohne Aufsicht, die Nachfrage bei auffällig langer Inaktivität in der Wohnung, die Erinnerung an einzunehmende Medikamente und anstehende Termine oder der Hinweis auf offene Fenster oder laufende Geräte beim Verlassen der Wohnung.

Technische Informationsdarstellung Neben den Darstellungsformen der Assistenzsysteme, die in der Reihe der Benutzergruppen (vgl. Abs. 3.2.3.2) eher die Anwender adressiert, bietet die Wohnung in ihrer Rolle als Informationsquelle auch Zugang zu technischen Informationen für beispielsweise Wartungspersonal oder Programmierer. Vor allem im Forschungs- und Entwicklungskontext ist das von großer Bedeutung. In BASIS wird dies durch eine spezifische Softwareanwendung (folgend "SCANTool") realisiert, welche die Verwaltung, das Monitoring und die Programmierung der Busgeräte, Sonderfunktionen und Softwarekomponenten zur Realisierung der Assistenzfunktionen erlaubt. Entsprechend der avisierten Benutzergruppe sind die Informationen stark technisch geprägt und reichen von der Darstellung verschiedener Busparameter, über die rohen Bustelegramme bis zur byteweisen Darstellung der Koppler EPROMs. Der Zugriff ist durch den Building

Manager (BM, vgl. Abs. 3.2.1.3) möglich. Alle Informationen sind ein Live-Abbild des Systems, wodurch sich Zusammenhänge und Fehler erkennen lassen. Die Hardwarestatus verbauter Geräte sind über spezifische Kontrollfenster einsehbar. Funktionsabhängige Kontrollfenster erlauben die Einstellung gerätespezifischer Parameter zur Adaptierung der Anwendungssysteme.

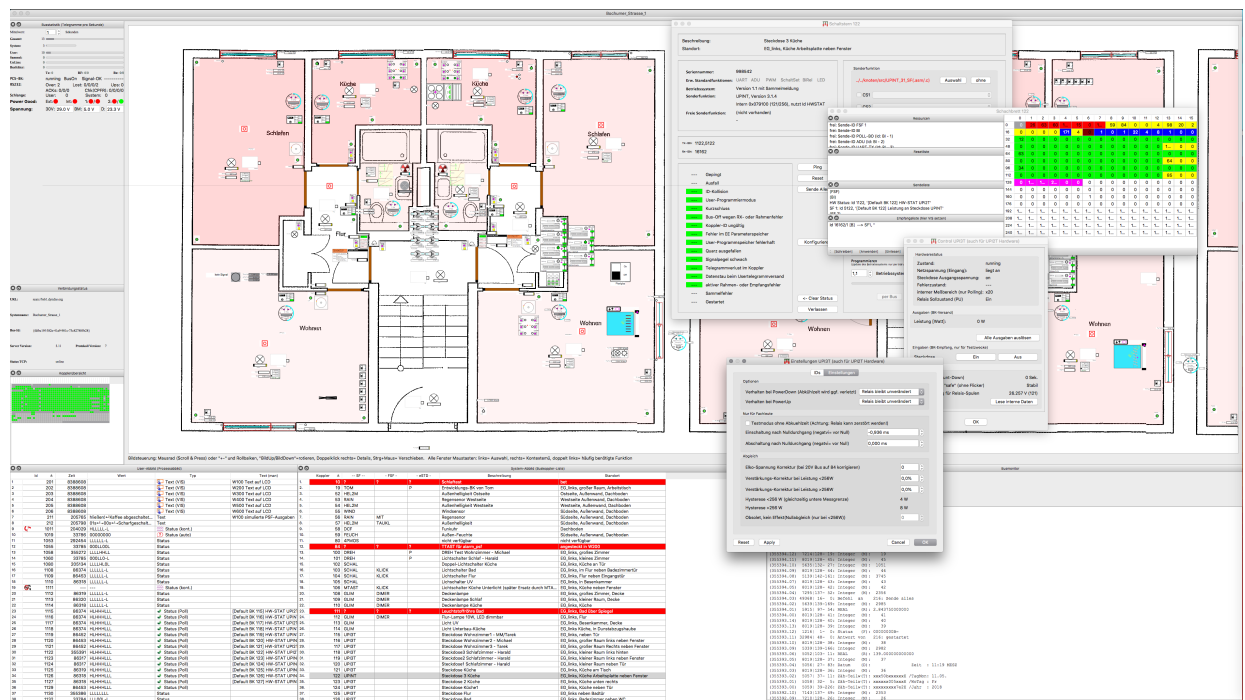


Abbildung 3.14.: SCANTool zur Verwaltung und zum Monitoring des SmallCAN Bus im Projekt BASIS. (Quelle: eigene Screenshots von [248])

Informierte Einwilligung Teil der Rollenhandlungen der Wohnung als Informationsquelle ist die standbasierte Bereitstellung medizinischer Dokumente für angrenzende Gesundheitsdiensteanbieter im Kontext der Behandlung. Die Kontrolle freigegebener Dokumente muss für den Bewohner jederzeit möglich sein. Im Rahmen dieses Rechts muss der Bewohner eine informierte Einwilligung zur Freigabe der Daten - spezifiziert nach Dokumenttyp, Dauer und Empfänger - treffen können. Im Rahmen des Projektes Gesundheitsdatenbank für Niedersachsen (folgend “GD Bank”, vgl. Abs. 4.4 und [249]) wurde ein Verfahren zur technisch unterstützten, informierten Einwilligung erarbeitet, welches den damals gültigen Datenschutzbestimmungen genügte.⁴

Die Kommunikation der, an die GD Bank angebotenen, Diensteanbieter erfolgt erst nach vorheriger Vermittlung durch die zentralen Komponenten der GD Bank (siehe Abb. 4.11). Hierfür wird die Erfüllbarkeit des erfragten Zugriffs durch eine Sammlung von Berechtigungsdokumenten (engl. “Policy”) bestimmt. Entsprechend der Anforderungen, den Zugriff auf die verschiedenen Dokumenttypen granular regeln zu können, beinhalten diese Policies die Berechtigung für den ausstellenden Diensteanbieter Dokumente bei der GD Bank zu registrieren und Dokumente abzurufen, die in den Freigabezeitraum fallen, zu den freigegebenen Institutionen gehören und zu

⁴Das Projekt GD Bank wurde 2014 durch Insolvenz der Trägerorganisation beendet. Das Datenschutzkonzept stammt aus dem August 2012 und beachtet neuere Verordnungen, wie die EU-DSGVO, nicht.

einem der freigegebenen Dokumenttypen gehören. Die Informationen für mehrere Dokumenttypen und Institutionen kann dabei in ein Dokument zusammengefasst werden. Unter Berücksichtigung dieser Spezifikationen ergibt sich die in Abb. 3.15 links dargestellte Dokumentenvorlagedefinition.

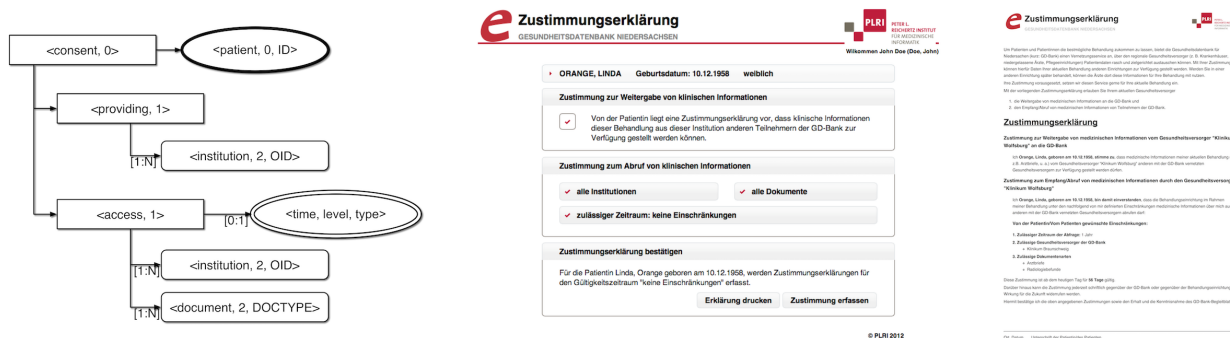


Abbildung 3.15.: **Links:** Grafische Definition der Dokumentvorlage (GN-DTD, vgl. [250]) für die Einwilligungserklärung zum Dokumentenaustausch über die GD Bank. **Mitte:** Softwarekomponente zur Erstellung der Einwilligung. **Rechts:** Erzeugtes Einwilligungsformular. (Quelle: eigene Darstellungen und Screenshots, publiziert in [251])

Der Einwilligungsprozess wird maßgeblich durch die rechtlichen Rahmenbedingungen für informierte Einwilligung und die technischen Möglichkeiten von Patienten bestimmt. Einwilligungserklärungen müssen in Deutschland händisch unterschrieben oder qualifiziert digital signiert werden [252–254]. Entsprechende Signaturkarten für Patienten sind, beispielsweise in Form des Personalausweises, zwar theoretisch vorhanden, jedoch durch fehlende Anbieter von Signaturzertifikaten praktisch nicht einsetzbar. Zur Sicherstellung eines möglichst universellen Prozesses, nutzt die entwickelte Anwendung ein gemischtes Verfahren aus computergestützter Einwilligungsgenerierung und konventioneller, papierbasierter Unterschrift. Da die Erteilung von uneingeschränkt gültigen Generalvollmachten rechtlich nicht erlaubt ist, ist die Einwilligung zwingend auf 56 Tage begrenzt. In diesem Zeitraum kann ihr jederzeit widersprochen oder auch eine neue Einwilligung erzeugt werden.

Die Softwarekomponente ist als eigenständige, webbasierte Anwendung implementiert, um eine Integration in die Infrastruktur der teilnehmenden Diensteanbieter gewährleisten zu können. Die Generierung des elektronischen Formulars erfolgt gesteuert durch Aufrufparameter, sodass eine Anpassung der Darstellung bereits aus dem Quellsystem möglich ist. Es sind verschiedene Darstellungsspezifikationen für die Teilnehmenden Einrichtungen implementiert. Hierdurch kann die Anwendung an das Corporate Design des Gesundheitsdiensteisters angepasst werden. Strukturell ist die Anwendung als einzige Seite implementiert und erzeugt über CSS media queries eine druckfähige Darstellung der gezeigten Auswahl. Hierdurch ist die Inhaltliche Konsistenz von Bildschirm- und Papierversion sichergestellt. Die Authentifizierung erfolgt durch die Übergabe einer Signatur, als Zugriffstoken.

Der Prozess beginnt beim Diensteanbieter. Ein Mitarbeiter informiert den Patienten über die Möglichkeiten der Gesundheitsdatenbank und erklärt den Einwilligungsprozess. Möchte der Patient Zugriff auf seine Gesundheitsdaten gewähren, öffnet der Praxismitarbeiter die Einwilligungsanwendung und generiert ein Papierdokument, welches den Einschränkungen des Patienten entspricht.

Dieses wird ausgedruckt und dem Patienten zur Unterschrift vorgelegt. Nach erfolgter Unterschrift, erzeugt die Einwilligungsanwendung die elektronische Form der Policy, welche in der Infrastruktur der GD Bank abgelegt wird. Den kompletten Ablauf des Einwilligungsprozesses zeigt Abb. 3.16.

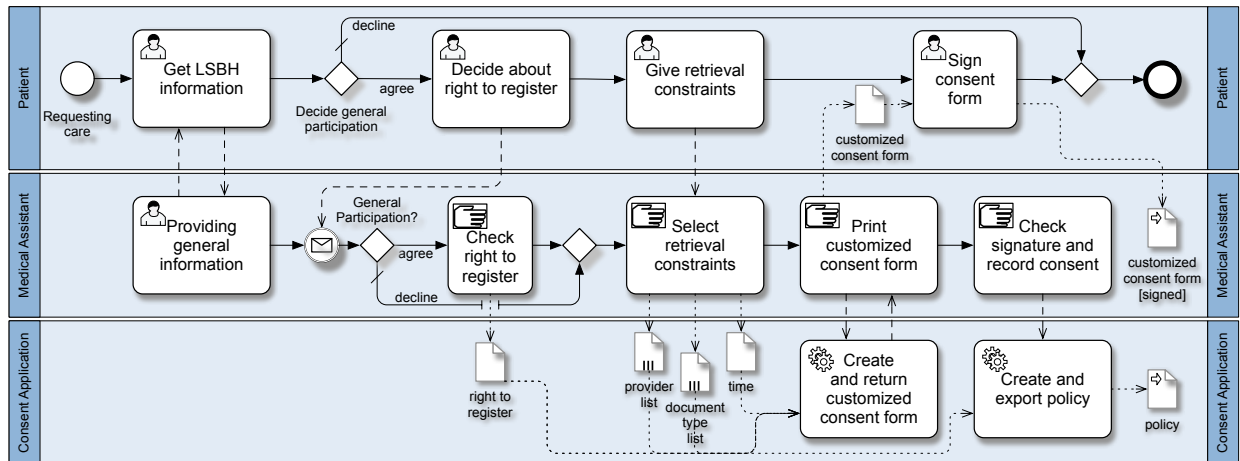


Abbildung 3.16.: Einwilligungsprozess mit Generierung der papierbasierten und elektronischen Einwilligungserklärung für die GD Bank. (Quelle: eigene Darstellung, publiziert in [251])

Die Einwilligungsanwendung wurde während der Testphase der GD Bank erstellt und kam durch die Beendigung des Projektes nicht routinemäßig zum Einsatz.

3.2.3.4. Diskussion

Universalität von Verständlichkeit Die Beispiele der Visualisierungen, insbesondere die Evaluation der AAL-Mockups, haben gezeigt, dass die Verständlichkeit von Visualisierungen nicht ausnahmslos universellen Gesetzen folgt. So hat die Kultur einen wesentlichen Einfluss auf die Anwendbarkeit, sei es durch die Unterscheidung von rechts- oder linksorientierten Schriftsystemen [255], durch den kulturellen Bezug zu gepflegten Personen oder durch die Technikaffinität des Kulturkreises. In der Folge sind die vorgestellten Prinzipien in der Grundgesamtheit der befragten Anwender durchaus gültig, jedoch nur mit den genannten Einschränkungen auf andere Grundgesamtheiten übertragbar.

Die Erfahrung mit technischen Assistenzsystemen spielt eine wesentliche Rolle für die Benutzbarkeit. Ebenso wie angelernte kulturelle Prägungen, scheinen manche Konzepte universell, sind jedoch nur vorausgehendem, teils unbewusstem Training zuzuschreiben. Die Wahl des Dialoginterfaces für die MoCaB App wirkt logisch und intuitiv, jedoch nur im Lichte der allgegenwärtigen Messaging-Apps und Sozialen Netzwerken. Die Verständlichkeit und Benutzbarkeit wird durch das Nachahmen erlernter Konzepte erhöht. Ohne vorhergehende Prägung auf diese Interaktionsform durch andere Apps, wäre auch die MoCaB App nicht intuitiv benutzbar.

Ein, der Erfahrung verwandter, Faktor der die fehlende Universalität von Verständlichkeit zeigt, ist die Ausbildung des Benutzers. Insbesondere die aggregation der konzeptuellen Informationen als Teil der Nachrichtensynthese, ist auf die Kenntnis der zugrundeliegenden Konzepte angewiesen. Medizinisches Grundwissen von Personen einer nicht-medizinischen Benutzergruppen kann sie in die Lage versetzen komplexere Darstellungen zu erfassen, als andere Personen derselben Gruppe,

ohne entsprechende Vorbildung. Insbesondere in der Evaluation von Benutzerschnittstellen darf der Gewöhnungs- und Ausbildungsaspekt bei wiederholten Tests nicht vernachlässigt werden.

Angelehnt an die persönliche Ausbildung ist auch die Schreib-Lesekompetenz (Literacy). Hier können - ebenfalls kulturell- oder altersbedingt - starke Unterschiede vorliegen, die beachtet und kompensiert werden müssen. Wenngleich Metaphern eine erhöhte kognitive Anstrengung zur Synthese der Aussage benötigen und eventuell einmalig erklärungsbedürftig sind, bieten sie doch in der Folge eine Möglichkeit, auch fehlender Literacy - beispielsweise bei kleinen Kindern - zu begegnen.

Zusätzlich bestimmt sich die Verständlichkeit durch die persönlichen perzeptiven Fähigkeiten. Voraussetzung für die Nachrichtensynthese ist das Erfassen visueller Informationen, wie Formen, Farben oder Schrift. Ist dies gestört, beispielsweise durch eine Farbsinnstörung (ICD-10: H53.5, ugs. "Rot-Grün-Schwäche"), ist auch die Synthese der konzeptuellen Informationen schwer oder gar nicht möglich. In ähnlicher Weise muss die Anwendung auditiver Cues bei eingeschränkter Hörfähigkeit durch Alternativen ersetzt werden. Ein Beispiel hierfür ist eine optischen Klingel für Personen mit eingeschränktem oder fehlendem Hörvermögen.

Kontextsensitive Individualisierung In Bezug auf die Auswahl der zu zeigenden Informationen spielen in den bisher betrachteten Lösungsansätzen vor allem Faktoren, wie Fähigkeiten, Erfahrung oder Kultur eine Rolle. Sie sollen hier als "stetige Faktoren" bezeichnet werden, da sie in der Regel geringen und wenn, dann stetigen und anhaltenden Veränderungen unterliegen. Eine weitere Gruppe von Faktoren betrifft den persönlichen Kontext, der sich mitunter akut und kurzfristig ändern kann. Hierzu gehören insbesondere einsetzende Erkrankungen, tageszeit- oder monatsabhängige Einschränkungen, vorübergehende psychische Belastungen oder kurzzeitige Umfeldveränderungen, wie eine Urlaub oder eine Kur. Für diese Faktoren werden übliche Darstellungsprinzipien teilweise aufgehoben, abgeändert oder negiert. Eine entsprechende Individualisierung folgt aus den Erfahrungen und Überlegungen mit dem Interfacedesign für vulnerable Zielgruppen. Nachfolgend sollen die Überlegungen an einigen Beispielen erläutert werden.

Ein Ziel technische Assistenzsysteme im häuslichen Umfeld ist das Diagnostizieren psychischer Erkrankungen, wie Depressionen. Teil des Krankheitsbildes ist die Sensitivität bezüglich des eigenen Zustands mit einer hieraus resultierenden Verantwortung für entsprechende Diagnose- und Assistenzsysteme. Eine mögliche Verschlechterung des eigenen Zustandes sollte die Wohnung dem also Patienten nicht unreflektiert anzeigen. Die Reaktionen hierauf sind nicht absehbar.

Im informellen Pflegeverhältnis spielt die persönliche Beziehung und der Erhalt der Würde des Gepflegten eine maßgebliche Rolle. Dies gilt insbesondere, da die Pflege häufig von Verwandten oder den Ehepartnern übernommen wird. Die Weitergabe von Statusinformationen an den Pflegenden muss nicht nur in den Grenzen des Vertrauensverhältnisses bleiben, sondern zusätzlich auf die Notwendigkeit und potentielle Einschränkungen der Würde geprüft werden. Ist der Grad der Einschränkung an Selbstbestimmung durch den Nutzen der Informationsweitergabe zu rechtfertigen? Betrifft die weiterzugebende Information eine sensitive Komponente des persönlichen Verhältnisses, obwohl diese Art von Information in der Regel zwischen anderen Pflegepartnern kein Problem darstellt?

Die Verfügbarkeit von Informationen hat häufig eine aufmerksamkeitssteuernde Wirkung und weckt die Begehrlichkeit Dritter, unzulässige Schlüsse aus Koinzidenzen oder Korrelation zu zie-

hen, statt die Evaluation zugrundeliegender Kausalität vorauszusetzen. Insbesondere bei der Interpretation domänenübergreifender Daten und Informationen können sich gefährliche Fehlschlüsse einstellen. Ein abnehmender Wasserverbrauch und geringere Aktivität können auf ein gestörtes Hygieneverhalten hinweisen, lassen sich jedoch individuell auch durch Verausgaben und Duschen im Sportverein erklären.

Ähnliche Fehlinterpretationen kann die Darstellung persönlicher, gesundheitsbezogener Daten für den Bewohner auslösen. Aus der Verfügbarkeit kann ein selbst auferlegter Kontrollzwang entstehen, der selbst wiederum negative Auswirkungen hat.

Im besonderen Maße zu beachten sind auch Informationen, die Teil der laufenden therapeutischen Maßnahme sind. Werden sie dem Patienten gespiegelt, erfordert dies eine entsprechende Evaluation am konkreten Krankheitsbild, um den Einfluss der Verfügbarkeit der Informationen auf den Behandlungserfolg selbst zu ermitteln.

3.2.3.5. Einbindung in Versorgungsprozesse und weitere Rollen

Die Wohnung in ihrer Rolle als Informationsquelle baut maßgeblich auf den vorhergehenden Rollen des Messinstruments und Datenspeichers auf. Sie bildet mit den zugehörigen Rollenhandlungen die primäre Schnittstelle zum Bewohner oder zu den am Versorgungsprozess beteiligten Akteuren. Die Einbindung in den Versorgungsprozess erfolgt demnach durch die Bereitstellung relevanter Informationen für den Behandlungskontext sowohl in der Wohnung, wie durch die Visualisierungen in Abs. 3.2.3.3, als auch von berechtigten Dritten außerhalb der Wohnung. Entsprechend der Anforderung der zweckbestimmten Informationsdarstellung (vgl. Abs. 3.2.3.2) bedeutet letzteres die Einhaltung der Interoperabilitätskriterien sowie die Sicherstellung systematischer Berechtigungskontrolle, beispielsweise durch die gezeigte Methode der informierten Einwilligung. Neben der Bereitstellung interner Informationen ist auch die Integration von externen Informationen in die Infrastruktur der Wohnung für die Einbindung in den Versorgungsprozess relevant. Hier lässt sich eine Parallele zu den Rollenhandlungen der Wohnung als Datenspeicher ziehen, in denen die Wohnung ebenso als Quell- und Zielsystem für interne und externe Akteure in Versorgungsprozessen in Erscheinung tritt (vgl. Abs. 3.2.2).

Im Rahmen der Rollenbetrachtung stellt die Wohnung als Informationsquelle einen Endpunkt für die Handlungen anderer Rollen dar, sofern die Bereitstellung von Ergebnissen das Ziel oder ein Zwischenprodukt der Handlung ist. Hieraus folgen Rollenverknüpfungen zu allen anderen Rollen, die dem Bewohner oder berechtigten Dritten Informationen darstellen oder weitergeben müssen.

Voraussetzung für die erwartungskonforme Ausübung der Rollenhandlungen sind die Rollen

- des Datenspeichers, welcher anzuzeigende oder weiterzugebende Daten und Informationen sowie das nötige Kontextwissen bereit stellt,
- des Entscheidungsunterstützungssystems, das bestimmt, welche Informationen anzuzeigen sind und
- des Gesundheitsmanagers, welcher die Freigabe und Integration der vorhandenen Informationen in den Versorgungsprozess kontrolliert.

Randständig beeinflusst wird die Art der Darstellung von Entwicklungen im Rahmen der Wohnung als Forschungssystem.

Die Zielsetzung der Rollenhandlungen der Wohnung als Informationsquelle findet sich nicht ausschließlich im Rahmen medizinischer Versorgungsprozesse. Wenngleich außerhalb des Fokus dieser Betrachtungen, soll die Einbindung in domänenfremde Prozesse nicht unerwähnt bleiben. Auch für die Realisierung beispielsweise energie- oder verwaltungstechnischer Prozesse, ist die Bereitstellung von Wohnungsdaten in angepasster Form notwendig.

3.2.4. Die Wohnung als Entscheidungsunterstützungssystem

Die Möglichkeiten und der Nutzen von Entscheidungsunterstützungssystemen (EUS) im klinischen Umfeld hat sich in einer Reihe von Studien gezeigt [256,257]. Die computergestützte Interpretation von Vitaldaten kann hierbei die medizinische Diagnostik unterstützen. So zeigen Wulff et al. in [258] die Möglichkeit der frühzeitigen Erkennung von Ganzkörperentzündungsreaktionen bei pädiatrischen Intensivpatienten durch kontinuierliche Beobachtung der standardisiert vorliegenden Vitaldaten. Im Lichte der bereits gezeigten technischen Fähigkeiten der Wohnung in ihren Rollen als Messinstrument und Datenspeicher ergeben sich auch im häuslichen Umfeld die Möglichkeiten der kontinuierlichen Beobachtung spezifischer ambienter und körperbezogener Parameter. Dieses Wachstum an verfügbaren Daten ermöglicht theoretisch den Transfer bekannter Konzepte und Methoden aus dem klinischen in das häusliche Umfeld [259]. Entgegen der klinischen Studienlage sind EUS im häuslichen Umfeld jedoch in der Vergangenheit entweder gar nicht durch Studien beschrieben (vgl. [31] mit dem Stand von 2008) oder nur theoretisch publiziert und nur begrenzt praktisch evaluiert [35,260].

Das folgende Kapitel zeigt die Anforderungen an die Wohnung in ihrer Rolle als EUS und mögliche Realisierungen anhand der Pflegeunterstützung, automatisierter Notrufe und der regelbasierten Entscheidungsunterstützung aus dem Projekt BASIS.

3.2.4.1. Rollenanalyse

Aus der Analyse der Prozess- und Versorgungsmodelle ergibt sich die Rolle des EUS mehrfach und bildet dort unterstützend oder alleinig die Aktivität der diagnostischen Entscheidung ab. So beinhaltet der Übergang von Evaluation zu Instruktion des OpenEHR-Zyklus (vgl. Abs. 2.1.1) die Entscheidung ebenso, wie die Prozesse in den einzelnen Sektoren der sektorzentrierten medizinischen Versorgung (vgl. Abs. 2.1.4) oder in der Abbildung der klinischen Leitlinien (vgl. Abs. 2.1.2), da sie alle demselben Grundprozess folgen. Deutlicher wird die Ausgestaltung der Rolle beim Blick auf die Einteilung der Gruppen von Gesundheitstechnologien (vgl. Abs. 2.1.6). Die Gruppen "Screening" und "Diagnose" zeigen, dass die Erwartung, als statischer Teil der Rollenbeschreibung, an die Wohnung das Bereitstellen einer, durch Wissen generierten Interpretation vorliegender Fakten ist. Die normbildenden Verantwortlichkeiten bilden sich aus der gegebenen Wissensbasis, welche im Rollenverhalten die Kompetenz erzeugen, eine entsprechende Interpretation durchzuführen und Entscheidung zu treffen sowie dabei den situativen Kontext zu beachten. Die Wissensbasis bildet sich aus verfügbaren, ambienten Messwerten und medizinischen Rahmen-daten, welche die Wohnung in ihren weiteren Rollen zur Verfügung stellt. Übertragen auf die Konzepte von EUS liegen der Wohnung damit eine Regelbasis, eine Personen-Wissensbasis sowie eine Faktenbasis vor.

Der zeitlich-situative Kontext der unterstützenden Handlung bestimmt sich teilweise durch die erwartete Dauer bis zum Auslösen einer Aktion. Die Rollenanalyse ergibt sowohl nahezu zeitunabhängige Entscheidungsunterstützung, insbesondere bei der Bereitstellung von Teilinformationen, als auch echtzeitfordernde Handlungen, beispielsweise für Alarm-Systeme oder therapeutische Anwendungen. Diese Spanne bildet auch den Grad der angestrebten Autonomie des EUS (vgl. Abs. 3.2.4.2 und [259, S. 3]) ab, welche als statisches Zielattribut jedoch die Haltung der Wohnung als EUS beschreibt.

Die Erwartung mit rollenübergreifendem Bezug ist vor allem die Unterstützung der diagnostischen Handlungen der Wohnung in Form von, zu Informationen verarbeiteten Messwerten, welche vom konkreten diagnostischen Akteur - sei es ein Arzt oder ein Anwendungssystem - in Betracht gezogen werden.

3.2.4.2. Anforderungen

Die Etablierung von EUS im häuslichen Umfeld hat über bereits formulierte Anforderungen hinaus (vgl. z.B. [259]) einige Spezifika, die aus dem Einbezug anderer Domänen und deren Professionen in die Betrachtung wohnungs- und gebäudebezogener technischer Assistenzsysteme stammen. Im Folgenden sollen primär diese Besonderheiten formuliert werden. Generelle Anforderungen, wie die Einbindung von Kontextdaten aus der elektronischen Patientenakte des Bewohners, die steuerbare und stufenweise Eskalation von Alarmen (vgl. Abs. 3.2.7.2) oder die notwendige Adaptierung an den Bewohner und dessen Bedarfe bleiben erhalten.

Domänenübergreifende Abbildung Der Besonderheit des integrierten Ansatzes hier vorgestellter Gebäude- und Hausautomatisierung folgend, ist die Entscheidungsunterstützung nicht begrenzt auf die medizinischen Rollenhandlungen der Wohnung. Die Verfügbarkeit gebäude- und wohnungsbezogener Daten aus vielen Gewerken ermöglicht die Handlung als EUS auch in anderen Domänen, wie der Energieoptimierung, Beleuchtungskontrolle, Heizungs- und Belüftungsteuerung oder zum Bewohner- oder Gebäudeschutz. Anders als bei patientenbezogenen Entscheidungen, kann die Gebäudeaktorik anderer Gewerke direkt aktiv werden und beispielsweise Heizungen oder Geräte kontrollieren, Rollos bewegen oder Licht schalten. Entsprechende Veränderungen sind direkt erkennbar, wodurch ein geschlossener, sich selbst optimierender Regelkreis entsteht. Diese Herangehensweise ist auch durch den Einsatz der Aktorik mit medizinischem Hintergrund möglich. Die Wohnung fungiert hier als Therapeut und Akteur (vgl. Abs. 3.2.6) und kann die Reaktion auf Interventionen durch eigene Handlungen direkt auf Messergebnisse zurückführen. Diese potentiell rekursive Reflexivität ist in der Gestaltung von EUS gesteuerten Regelkreisläufen zu beachten.

Integrierte EUS-Architektur Die Architektur von EUS lässt sich anhand der drei Eigenschaften Positionierung, Autonomie und Integration beschreiben [259]. Die Positionierung gibt den Ort der Komponente an, welche die vorliegenden Fakten auswertet und die Logik enthält. Da die Entscheidungsunterstützung im häuslichen Kontext nicht ausschließlich medizinische Zwecke verfolgt, kann die Logik auch Wissen anderer Domänen abbilden. Der Grad der Autonomie bestimmt sich entlang der Fähigkeit, getroffene Entscheidungen in Handlungen umzusetzen. Die Rollenanalyse hat gezeigt, dass insbesondere in medizinischen Prozessen im Rahmen der Entscheidungsunterstützung sowohl das zeitunabhängige Bereitstellen von Entscheidungshilfen als auch die direkte Reaktion

auf Zustandsveränderungen relevant sind. Die Integration bildet den Grad der Anbindung an Sekundärsysteme ab, welche zusätzliches Kontextwissen bereitstellen oder als Ziel generierter Fakten dienen.

Im Kontext der Entscheidungsunterstützung in der Wohnung sind die Eigenschaften Positionierung und Integration als Anforderung bereits inhärent fixiert. So müssen sich die entscheidungstreffenden Systemkomponenten in der Wohnung befinden, um eine effiziente Schlussfolgerung treffen zu können. Dies schließt nicht die mögliche Zusammenführung von unterstützenden Fakten an anderer Stelle - beispielsweise beim behandelnden Arzt oder Pflegedienst - aus sondern verdeutlicht die Notwendigkeit der Integration, als zweite vorgegebene Eigenschaft. Die Anforderung zeigt sich in zwei Ebenen. Wohnungsintern ist die Integration domänenfremder Fakten- und Wissensbasen notwendig, sowohl in der Einbeziehung als Datenquelle als auch zur Bereitstellung von Ergebnissen als Grundlage weiterer Entscheidungen in den entsprechenden Gewerken. So ist beispielsweise die Heizungssteuerung auf die Auswertung und Vorhersage von Präsenz angewiesen, die Lichtsteuerung muss dem Eingriff durch ein Therapiesystem folgen oder die Berechnung einer nicht zeitkritischen entscheidungsunterstützenden Information kann auf einen energetisch günstigen Zeitpunkt verschoben werden. Relevant ist also die Integration in den gesamten Wohnungs- oder Gebäudekontext. Die zweite Ebene der Integration ist die Anbindung an externe Anwendungssysteme, wie für den medizinischen Fall - der elektronischen Patientenakte bei anderen Gesundheitsversorgern. Hierdurch kann die Personenwissensbasis erweitert und in den Entscheidungsprozess eingebunden oder die Ergebnisse des Prozesses als Grundlage weiterer Entscheidungen dienen.

Als dritte Eigenschaft ist die Autonomie nicht inhärent bestimmt und kann daher in allen Ausprägungen realisiert werden. Die jeweiligen Endpunkte auf der Skala der Autonomie bilden einerseits rein unterstützende Informationen, welche aus vorliegenden Fakten gebildet werden jedoch nicht zu einer direkten Reaktion oder Handlung der Wohnung, des Patienten oder Dritter führen sowie andererseits vollständig geschlossene Regelkreisläufe, die vorliegende Fakten interpretieren und selbstständig regelnd aktiv werden. Im geschlossenen Rollenset der Wohnung sind hier entsprechende Voraussetzungen in anderen Rollen zu erfüllen. So müssen die notwendigen Messwerte vorliegen, ein abgeleitetes Faktum speicher- und anzeigbar sein und die Wohnung muss über entsprechende Fähigkeiten als Akteur verfügen, um Reaktionen umsetzen zu können. Während direkte Entscheidungen in der Domäne der Medizin eher selten sind, kommen sie doch in anderen Gewerken häufig vor. Die rein softwaretechnische Abbildung eines Heiz-Klima-Regelkreises zur Temperatursteuerung kommt ohne zeitverzögerte Entscheidung eines menschlichen Experten aus. Die Autonomie ist damit direkt verknüpft mit der Echtzeitfähigkeit des EUS, welche insbesondere bei gewerkeübergreifenden Gebäudeautomatisierungssystemen von Bedeutung ist.

Standardisierte Fakten-, Wissens- und Regelbasis Abgeleitet aus und damit analog zu den Anforderungen der standardisierten Datenhaltung (vgl. Abs. 3.2.2.2) muss auch die Fakten- und Wissensbasis von EUS standardisiert vorliegen. Wird das EUS als Anwendungssystem unter Zuhilfenahme gewerkeübergreifender Daten realisiert, müssen die Domänen durch ein transprofessionelles Domäneninformationsmodell (vgl. Abs. 3.2.1.2) harmonisiert werden.

Die Abbildung der Regelbasis in standardisierten Formaten ist hier ebenso notwendig, muss jedoch an die weiteren Anforderungen des EUS angepasst werden. Erfolgt die Realisierung in einer

integrierten Architektur aus einfachen Sensorknoten, kann eine standardisierte Regelengine den sonstigen Anforderungen entgegenstehen, da die benötigte Rechenleistung nicht zur Verfügung steht oder in der genutzten Lizenzanforderung nicht verfügbar ist. Hier muss das Regelwissen in geeigneter Weise aus dem System extrahiert und später übernommen werden können.

3.2.4.3. Realisierung

Die konkrete Realisierung von EUS im häuslichen Umfeld ist maßgeblich Teil der spezifischeren Rollenbeschreibungen, insbesondere der Wohnung als Sozialer Integrator, Präventionsinstrument oder Pflegesystem.

So gibt die Wohnung in ihrer Rolle als Pflegesystem konkrete Hinweise zur Unterstützung informeller Pflegekräfte, welche auf der Auswertung einer in OWL2 definierten Wissens- und Faktenbasis basieren (siehe Abb. 4.7 und vgl. Abs. 3.2.9.3). Die Realisierung erfolgte im Rahmen des Projektes MoCaB (vgl. Abs. 4.2).

Im Projekt BASIS (vgl. Abs. 4.1) konnte die Abbildung technischer Assistenzsysteme des betreuten Wohnens durch Softwarefunktionalitäten des, im Projekt entwickelten Gebäudeautomatisierungssystems gezeigt werden. Die Alarmfunktionen bei Inaktivität oder unzureichender Luftqualität sowie die automatische Herdabschaltung nutzen die gewerkeübergreifende Faktenbasis sowie die Aktorik des Gesamtsystems (vgl. Abs. 3.2.9.3).

In der Beschreibung der Wohnung in ihrer Rolle als sozialer Integrator werden Möglichkeiten aufgezeigt, wie defizitäre soziale Integration identifiziert werden kann. In ihrer Rolle als Präventionsinstrument stellt die Wohnung Schlafverhalten dar oder kann Hinweise zu Energiesparpotentialen geben.

Die Interpretation von Faktenwissen durch medizinische Regeln im Gebäudeautomatisierungssystem BASIS sowie die Einbeziehung häuslicher Daten in die Rettungsentscheidung bei Notrufen zeigen die folgenden Kapitel.

Einsatz von medizinischen Logikmodulen in BASIS Zur Standardisierung medizinischen Wissens können Logikmodule (engl. “medical logic modules”, MLM, [261]) genutzt werden. Sie enthalten die notwendigen Regeln und Ausführungshinweise, um grundlegende medizinische Entscheidungsunterstützung auf einer bestehenden Faktenbasis zu ermöglichen. Für das Projekt BASIS ist die Möglichkeit der Anbindung dieser Module an die Bussysteminfrastruktur der Gebäudeautomatisierung gezeigt worden. Hierbei kam der Arden2ByteCode-Compiler [262] zum Einsatz, der die Ausführung von MLMs in einer Java Laufzeitumgebung ermöglicht. Die Anbindung erfolgte durch ein in C++ geschriebenes Plugin für den BASIS-Server, welches eintreffende Bus-Telegramme über ein UnixDomain-Socket der MLM Laufzeitumgebung übergibt. Diese wertet die registrierten MLM aus und gibt deren Ergebnisse über das Plugin als Bustelegramm an das Gesamtsystem zurück (siehe Abb. 3.17).

Die technische Machbarkeit wurde anhand von drei einfachen MLMs gezeigt, welche entweder durch einen zeitlichen Auslöser oder durch Eingang eines Telegramms ausgelöst worden sind. Lst. 3.2 zeigt die minimal nötige MLM zur Prüfung auf Bewegung. Das eingehende Bustelegramm ist vom Typ *Binär* und enthält einen 8-Bit Vektor mit den Zuständen der Bewegung. Dem Tele-

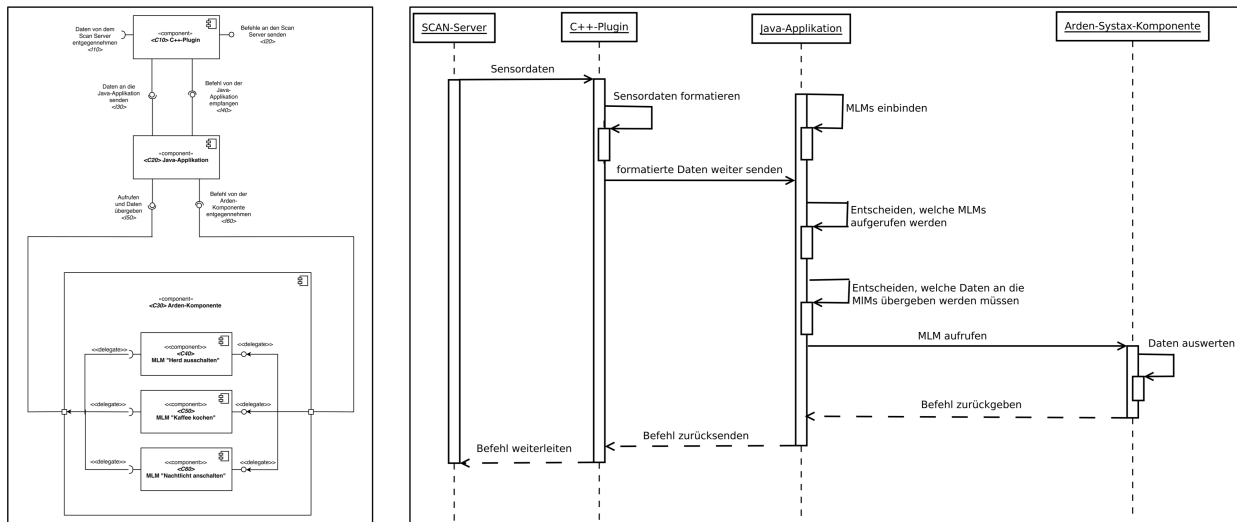


Abbildung 3.17.: BASIS MLM Anbindung: Komponentendiagramm (li) und Sequenzdiagramm (re) (Quelle: eigene Darstellung)

gramm wurde der Einfachheit halber die ID vorangestellt, wodurch ein einfacher Vergleich erfolgen konnte. Die Variable `lightInTheDark` enthält die IDs der zu aktivierenden Geräte.

```

1 maintenance:
2     title: NightLightModule ;;
3     mlmname: nightlight;;
4     arden: version 2.5;;
5     version: 1.0;;
6     institution: Peter L. Reichertz Institute for Med. Inf.;;
7     author: J. Schwartz;;
8     specialist: ;;
9     date: 2017-11-14;;
10    validation: testing;;
11
12 library:
13    purpose: Check for movement in the bedroom;;
14    explanation:
15        Movement in the bedroom has been detected and thus,
16        a light on signal should be sent to the night light
17    ;;

```

Listing 3.2: Einfache MLM zur Reaktion auf das Signal eines Bewegungsmelders

```
18 keywords: fall prevention; basis, night light;;
19 citations:
20     1. Schrom H, Schwartze J, Diekmann S. Building Automation by an
21         Intelligent Embedded Infrastructure: Combining Medical, Smart
22         Energy, Smart Environment and Heating. In: Proc Int Smart
23         Cities Conf; 2017.113-117.
24     ;;
25
26 knowledge:
27     type: data_driven;;
28
29     data:
30         motionSensor := read {Motion};
31         lightInTheDark := "1001,1000";
32     ;;
33
34     evoke: ;;
35
36     logic:
37         CONCLUDE motionSensor = "586110010101";
38     ;;
39
40     action:
41         WRITE lightInTheDark;
42     ;;
43
44 end:
```

Listing 3.3: Einfache MLM zur Reaktion auf das Signal eines Bewegungsmelders (Fortsetzung)

Die Ausgabe wird, wie oben beschrieben von der Laufzeitumgebung ausgewertet und über das Plugin als Bustelegramm versandt. Die Abbildung komplexerer Logik ist durch Erweiterung des `logic`-Slots möglich. Durch die ausschließlich mögliche Realisierung der Laufzeitumgebung in Java ergibt sich die, durch die notwendige Interprozesskommunikation, recht umständliche Architektur. Eine native Regelengine als Plugin von BASIS kann dies vereinfachen. Insbesondere die Bereitstellung der Java-Laufzeitumgebung kann dann entfallen.

Unterstützung des Rettungsprozesses Die Verfügbarkeit ambienter Daten aus dem häuslichen Umfeld ermöglicht neben der Entscheidungsunterstützung in der Wohnung selbst auch die Bereitstellung von Fakten für weitere Akteur des Gesundheitsversorgungsprozesses. Der nachfolgende Text bis zum Ende des Abschnittes zeigt die mögliche Einbindung von Wohnungsdaten bei Initiierung einer Versorgungskette durch ein Rettungsereignis und ist in Teilen wörtlich aus der eigenen Arbeit [104] übernommen.

In der Choreographie der beteiligten Partner kommt dem Rettungsdienst als Initiator der Versorgungskette eine besondere Bedeutung zu. Die zentralen Ziele einer schnellen und optimalen Einsatzentscheidung bestehen im Kontext neuer Kommunikationsmöglichkeiten der Partner, bieten jedoch Optimierungspotential durch angereicherte Notrufinformationen und die Kommunikation des Notrufenden und der Rettungsleitstelle mit Dritten. Offensichtliche Vorteile, wie eine genauere Ortung des Notfallortes oder die schnellere Erfassung der Notrufpatienten, werden um eine Reihe innovativer Auswertungs- und Nachbearbeitungsmöglichkeiten ergänzt.

Es spannt sich ein Notruf- und Kommunikationsszenario vom ausgehenden Notruf über die Annahme in der Rettungsleitstelle (RLS), die Bewertung des Hilfeersuchens (ggf. die Anleitung zu Erstmaßnahmen) und die Rettung vor Ort oder Weiterleitung des Hilfeersuchens bis hin zur medizinischen und informationellen Übergabe sowie der medizinischen und rettungsdienstlichen Qualitätsauswertung und Nachbereitung [263].

Der erste Beteiligte entlang dieses Kollaborationspfades ist der notrufauslösende Akteur. Die Vielfalt der Ausprägungen spiegelt hier die technologische Entwicklung der Gesundheitsversorgungskette im besonderen Maße wider. So sind sensorerweiterte Wohnungen in der Lage, neben notrufauslösenden Ereignissen, wie Stürzen, auch ein breites Spektrum an Gesundheitsdaten zu liefern.

Im Kern erfordert die intelligente Anreicherung des Notrufes und der Nachsorge eine Kommunikation und Kollaboration der verschiedenen beteiligten Akteure.

Folgende Anforderungen wurden identifiziert (siehe auch Abb. 3.18):

A1 Übertragung von Basis-Notrufdaten

- a. Audiodaten
- b. Textübertragung
- c. Standardisierte Notrufdatensätze (z.B. eCall-MSD oder Daten aus Notruf-Apps)

A2 Übertragung von erweiterten Notrufdaten

- a. Ton oder Geräusch (z.B. Umgebungsgeräusch)
- b. Daten zur Notrufumgebung (z.B. Anzahl Personen in einer Wohnung)
- c. Medizinische Daten aus assistierenden Technologien (z.B. Blutdruckwerte)
- d. Bilder und Videos

A3 Komplexe Kommunikationskontrolle

- a. Halten der Verbindung vor, während und nach der Bearbeitung durch die RLS
- b. Weiterleitung oder Rückleitung zu einem TPS (engl. "third party service") nach Beurteilung des Notrufes durch die RLS (z.B. Hausnotruf, Ärztenotdienst, gewerbliche Notruf-App, TPS eCall)
- c. Zugriff auf ambiente Aktorik (z.B. Türschlösser)

A4 Aktive Gewährleistung von Datenschutz und Datensicherheit

Die Hauptanforderung ist eine standardisierte Aufbereitung von Notruf- und Rahmendaten (vgl. A1) zur reibungslosen Integration in den Prozess der medizinischen Notfallrettung. So kann die Etablierung und Anreicherung eines strukturierten Notrufgespräches die Rettungsantwortzeit bei



Abbildung 3.18.: Anforderungen für effiziente, strukturierte Notrufbearbeitung unter Einbeziehung neuer Gesundheitsdatenquellen (Quelle: eigene Darstellung aus [104])

gesteigerter Spezifität verkürzen [264]. Dies beinhaltet nicht nur die Strukturierung der möglichen Inhalte, sondern ebenfalls den Einsatz standardkonformer Schnittstellen bei allen beteiligten Partnern (vgl. insb. A2.c und A3). Nur dadurch kann eine lückenlose Interoperabilität sichergestellt werden. Dies gilt für alle Akteure – ob Smartphone App, eCall fähiges Fahrzeug oder Intelligente Wohnung – gleichermaßen (vgl. A2). Technologien wie IHE oder Standards wie DICOM oder HL7 müssen das Mittel der Wahl sein. Eingesetzt in Kommunikationslösungen wie der Gesundheitsdatenbank für Niedersachsen, schaffen sie einen Patientendatenkontext über Einrichtungsgrenzen hinweg [249]. Integrierte Sicherungskonzepte, den Anforderungen aus der Medizin genügend, müssen dabei aktiv für die Absicherung und den Schutz persönlicher Daten sorgen (vgl. A4).

Die Integration neuartiger Gesundheitsdatenquellen kann einen substantiellen Beitrag zur Optimierung der Einsatzentscheidung und zur Lenkung des medizinischen Hilfeersuchens leisten. Vormalig nicht direkt bediente Ereignisse könnten – unter Beibehaltung der vollständigen Notrufdaten – an einen Drittdienst, wie den Hausarzt oder einen Hausnotruf weitergeleitet werden. Bediente Notrufe gewännen durch bessere Informationen an Qualität. Die Einsatzentscheidung bzw. die Lenkung medizinischen Hilfeersuchens erfolgen angepasst. Zusätzlich ist eine nahtlose Integration in das Rettungsumfeld und die Prozesse nachsorgender Einrichtungen möglich. So könnten Wohnungstüren geöffnet oder Hoch-Akutfälle früher und präziser z.B. im aufnehmenden Klinikum angemeldet werden. Die Qualität der gesamten Versorgungskette würde gesteigert. Die Auswertungsmöglichkeiten für alle Akteure steigen mit der Informationsmenge. Es können Kennzahlen bezüglich einer Vielzahl von Endpunkten ermittelt und verglichen werden. Das Qualitätsmanagement gewänne an Spezifität.

3.2.4.4. Diskussion

Die Realisierung definierter Erwartungen spezifischerer Rollen ist maßgeblich von der Bereitstellung von EUS-Fähigkeiten abhängig. Der Einsatz computergestützter EUS im häuslichen Umfeld gewinnt entsprechend an Bedeutung und passt vorhandene Methoden den Spezifika datenreicher

Einsatzgebiete an. So bedarf die kontinuierliche Erhebung von Messdaten Methoden, wie “stream reasoning” [265] zur Ableitung von Aussagen aus dauerhaften Datenströmen. Speziell Umgebungen, wie BASIS liefern durch ihre gewerkeübergreifende Struktur eine große Menge neuer Daten, welche bereits auf Ebene der Busknoten verarbeitet und vorselektiert werden. Diese Herangehensweise ist auch Inhalt aktueller Literatur und wird beispielsweise von De Brouwer et al. in [266] als “cascading reasoning” bezeichnet. Hierbei findet eine schrittweise Schlussfolgerung von Fakten auf verschiedenen Ebenen des Gesamtsystems statt. BASIS folgt ebendiesem Ansatz und verarbeitet Sensorwerte zu Bus-Objekten, welche auf den Bus-Knoten in Softwarekomponenten, den “freien Sonderfunktionen” (FSF) verarbeitet und wiederum auf dem Bus zur Verfügung gestellt werden (siehe Abb. 3.1 in Abs. 3.2.1.3 und Abb. 3.2 in Abs. 3.2.1.3). Sie können anschließend in den Partitionen des Building Managers durch komplexere Schlussfolgerungen weiter verarbeitet sowie an Dritte weitergeleitet werden. Der Messung mehrerer Infrarotwerte folgt beispielsweise die Schlussfolgerung von Bewegung auf dem Busknoten, welches eine FSF anschließend zum Konzept Präsenz verarbeitet, die - auf die Wohnung betrachtet - wiederum von der AAL-Partition als Aktivitätswert kumuliert und zur Entscheidungsunterstützung an den Hausarzt weitergeleitet wird.

Die Ausdehnung der einbezogenen Daten auf andere Domänen schlagen auch Ghayvat et al. in [267] vor. Ebenso wie BASIS werden Umgebungsdaten mit in den EUS-Prozess einbezogen. In Folge der massiv angestiegen, verfügbaren Datenmenge ist eine sehr genau Selektion der, in die Entscheidung einbezogenen Fakten (engl. “features”) notwendig. Die Integration aller verfügbaren Sensoren kann die Qualität der Entscheidung verbessern, jedoch auch genau den gegenteiligen Effekt haben. Abhängige Variablen können die Gewichte von Features ungewollt verstärken oder die Aggregationsfunktionen können ungeeignet sein, das gewünschte Konzept abzubilden.

Die Einschränkungen von EUS-Fähigkeiten entstehen vornehmlich an den Systemgrenzen von AAL-Umgebungen. Die Einbindung getroffener Entscheidungen in den Versorgungsprozess ist bisher nur theoretisch betrachtet und muss mit der, in Abs. 3.2.5 beschriebenen Methodik operationalisiert und evaluiert werden. Neben der standardisierten Bereitstellung bedarf es hier vor allem auf Seiten der angrenzenden Versorgungspartner weiterer Entwicklungen, um die gelieferten Informationen in eigenen EUS gewinnbringend einsetzen zu können.

3.2.4.5. Einbindung in Versorgungsprozesse und weitere Rollen

Die Handlungen als EUS werden maßgeblich in den spezifischeren Rollen genutzt. Sie greift dabei zurück auf die gesammelten und gespeicherten Messwerte, respektive die entsprechenden Rollenhandlungen. Die Kommunikation findet auf Ebene der gemeinsamen Datenspeicherrolle statt. Werden Informationen Dritter in den Entscheidungsfindungsprozess eingebunden, erfolgt die Kommunikation entweder direkt mit ihnen oder über die Wohnung in ihrer Rolle als Informationsquelle.

Die Einbindung in Versorgungsprozesse erfolgt zweigeteilt. Zu trennen ist hier einerseits die Kommunikation des Ereignisses, in diesem Fall der Entscheidung oder Entscheidungsunterstützung, auf die im Rahmen der spezifischeren Rolle reagiert wird. Konkret bedeutet dies den Versand einer Statusmeldung oder das Auslösen einer Aktion, sofern die Aktorik vorhanden ist. Diese Ereignis- oder Alarmmeldung ergänzt den inhaltlichen Teil der Entscheidungsunterstützungen, in dem die Wohnung die Informationen zum Ereignis in der Rolle als Informationsquelle zum Abruf

zur Verfügung stellt. Hierbei kann die Trennung von Notifikation und Inhalt die Standardisierung der Inhalte, den Zugriffsschutz und die Wiederverwendbarkeit von Rollenkompetenzen - hier Softwarefunktionalitäten - erreichen.

3.2.5. Die Wohnung als diagnostisches Instrument

Die medizinische Diagnostik setzt neben konventionellen Techniken, wie der Anamneseerhebung und körperlichen Untersuchungen auch auf Informatikwerkzeuge zur Erhebung entscheidungsunterstützender Daten und Informationen zum Zustand des Patienten (auch “Informatik-Diagnostika”, engl. “informatics diagnostics”, [268, S. 606]). In Bezug auf Assistierende Gesundheitstechnologien lässt sich dieser Bereich in einer ganzen Gruppe zusammenfassen, deren Zweck die Ermittlung der Ursache, Ausprägung oder Ausdehnung einer Erkrankung ist (vgl. Abs. 2.1.6 und [87], Absatz A.2.). Im Lichte der technischen Möglichkeiten der Wohnung als Messinstrument oder Informationsquelle (vgl. Abs. 3.2.1 und Abs. 3.2.3), sind die Voraussetzungen gegeben auch entscheidungsunterstützende Daten oder Informationen zu liefern, welche den diagnostischen Prozess unterstützen oder vollständig autonom durchführen. Hierbei kann die Wohnung insgesamt ebenso als *Informatik-Diagnostikum* betrachtet werden [269].

Das folgende Kapitel beschreibt die Wohnung in ihrer Rolle als diagnostisches Instrument. Entsprechend der allgemeinen Analysemethodik erfolgt zunächst die formale Analyse der Rolle, sowie die Herauslösung von Anforderungen. Anschließend wird die mögliche Realisierung einzelner Anforderungen gezeigt, diskutiert und die mögliche Einbettung in die Versorgungsprozesse erörtert.

3.2.5.1. Rollenanalyse

Diagnostische Prozesse sowie Aktivitäten, die auf das Stellen von Diagnosen ausgerichtet sind, finden sich in fast allen der untersuchten Prozess- und Versorgungsmodelle. In der bürgerlichen Perspektive nach Bergman, in den Modellen der klinischen Leitlinien (hier im Konzept *Entscheidung*) im OpenEHR Problemlösungszyklus (hier in der Aktivität der *Evaluation*) findet sich die Diagnose als Handlung direkt. Die Theorie der Gesundheitstechnologiebewertung schreibt Technologien zum Zwecke der Diagnostik einer eigenen Gruppe zu. Das Mintzberg-Modell und die sektorzentrierte medizinische Versorgung definieren die Handlungen zum Diagnostizieren einer Erkrankung implizit. Da die Diagnostik einer der beiden zentralen Prozess medizinischer Behandlung darstellt, ist das zu erwarten. Die Ausgestaltung in der Wohnung leitet sich entsprechend direkt ab.

Zentrale Erwartung ist die Identifikation einer Diagnose, als Sammlung von Aussagen über das Vorhandensein, die Ausprägung und die Ausdehnung einer oder mehrerer Erkrankungen. Das Konzept der Diagnose ist informationstechnisch wohldefiniert und Inhalt standardisierter Domäneninformationsmodelle. Als Teil der normbildenden Verantwortlichkeiten ist die weiterverarbeitbare, maschinenlesbare Kodierung der Diagnose Voraussetzung. Hinzu kommt - analog zur Wohnung als Entscheidungsunterstützungssystem - die ethisch rechtliche Verpflichtung Schlussfolgerungen nur auf Basis nachweisbarer, wissenschaftlicher Erkenntnisse und mit angemessener Sicherheit zu ziehen. Insbesondere für die Betrachtung der Wohnung als Ganzes oder in Teilen als Medizingerät gibt die Verordnung der Europäischen Union über Medizinprodukte (engl. “medical device

regulation”, MDR, vgl. [270]) diese Verantwortlichkeiten vor. Erwartungskonformes Produkt der Handlung nach Übernahme der Rolle ist eine entsprechend verarbeitbare Liste mit Diagnosen, deren Entscheidungsgrundlage sowie die Rahmendaten des Entscheidungsprozesses. Der Kontext bildet sich aus den krankheitsbezogenen Fähigkeiten, die Daten und Informationen zu einer Diagnose zu verarbeiten sowie der technischen Vorbereitung, in Bezug auf das Vorhandensein der notwendigen Sensorik und der passenden Beobachtungszeit oder -dauer.

3.2.5.2. Anforderungen

Stufenweise Abbildung bestehender Verfahren Auf dem Weg zur Entwicklung neuer diagnostischer Verfahren in und mit der Wohnung ist die Abbildung bestehender Tests die erste Voraussetzung, um Vergleichbarkeit herzustellen. Die schrittweise Überführung und Einführung in das Umfeld Wohnung kann ebenfalls entlang der statischen Zielattribute des dynamischen Anteils des Rollenmetamodells erfolgen. Die Schrittweise Abbildung durch Veränderung von Ort, Zeit, Objekt- und Materialverfügbarkeit sowie informationstechnischen Fähigkeiten ergibt eine stufenweise Entwicklung der neuen Diagnostika in und mit der Wohnung:

1. **Verlagerung** der diagnostischen Handlung in die Wohnung. Die Ausführung wird in den örtlichen Kontext Wohnung gebracht. Eine Analogie sind der Hausbesuch, den Allgemeinmediziner bei nicht transportablen Patienten durchführen. Der primäre Nachteil dieser Stufe ist die übermäßige Inanspruchnahme teurer ärztlicher Ressourcen auf Transfer- und Transportwegen. Entsprechende Projekte, wie die “Rollende Arztpraxis” (vgl. Abs. 4.5 und [271]) zeigen trotz hoher Patientenzufriedenheit die Unwirtschaftlichkeit des Ansatzes.
2. **Ablösung** von der Ressource Arzt und Durchführung der gleichen Testverfahren im häuslichen Kontext mit (2a) Austausch der ärztlichen Überwachung mit einer anderen geeigneten Fachkraft - beispielsweise einer Pflegekraft - oder (2b) vollständig autonome Durchführung des diagnostischen Tests. Diese Stufe verlangt vor allem den Kompetenz- , also Fähigkeitsaufbau bei Patient und Pflegepersonal. Beispiele für einen solchen Austausch, wie das Projekt “AGnES”, zeigen eine hohe Patientenzufriedenheit bei gleichzeitiger Einsparung von Ressourcen [272].
3. **Substitution** des Verfahrens oder Tests durch ein technisches Assistenzsystem mit äquivalentem Endpunkt und Zielparameter, welches die Durchführung entweder (3a) durch ein computerbasiertes Anwendungssystem steuert oder (3b) ohne die Notwendigkeit personeller Überwachung auskommt. Dies benötigt auf technischer Seite die Bereitstellung von Material und Objekten (insbesondere Messfähigkeiten, vgl. Abs. 3.2.1), sowie Kompetenz in Form von Softwarekomponenten (vgl. Abs. 3.2.4). So kann die Mobilität durch einen überwacht durchgeführten *Timed Up&Go*-Test [273] analysiert werden. Eine äquivalente Aussage lässt sich möglicherweise in der Wohnung durch feste Gangstrecken und die Messung mittels Bewegungsmeldern und Lichtschranken treffen.
4. **Modifikation** des Kontextparameters *Zeit*, also Veränderung von Zeitpunkt, Häufigkeit und Dauer des automatisierten Diagnoseverfahrens, um ein engeres Monitoring mit möglicherweise früheren Hinweisen auf einsetzende Erkrankungen oder Verschlechterungen. Ein Beispiel findet sich im Krankheitsbild der Herz-Insuffizienz (engl. “heart failure”, HF, vor

allem ICD-10: I50.11 bis I50.14, I42.0 und I50.01 bis I50.05). Der Erfahrung von Klinikärzten nach, konsultieren nicht selten Patienten ihre behandelnden Ärzte typischerweise bei einer dekompressionsbedingten Gewichtszunahme von elf Kilogramm und mehr. Rettungseinsätze durch Folgen einer HF gehören zu den drei häufigsten Einsatzgründen des Rettungsdienst Braunschweig. Die erhöhte Frequenz von (automatisierten) Kontrollhebungen könnte - nach Aussage der Ärzte - die Erkennung einer Dekompensation mit früherer Intervention erheblich vereinfachen und mögliche Folgeerscheinungen reduzieren [27,29,274].

5. **Erweiterung** aller Kontextparameter durch Ausdehnung des Verfahrensspektrums auf neue Zielparameter. Endpunkt dieser Stufe sind damit neue Verfahren, welche das Stellen einer Diagnose ermöglichen oder unterstützen. So können neu zur Verfügung stehende Daten, wie Gerätenutzung, Wasserverbrauch oder Luftqualität gemeinsam mit aggregierten Features, wie Verhalten oder Tagesrhythmus die Grundlage für erweiterte diagnostische Rückschlüsse sein.

Die dargestellten Stufen sind als Entwicklungskreislauf zu verstehen, da neue Verfahren in der Erprobung auf die Validierung durch Äquivalenz oder Überlegenheit zu einer niedrigeren Stufe angewiesen sind. Insofern ist insbesondere bei der Erweiterung des Verfahrensspektrums in Stufe 5 von einer verstärkten Notwendigkeit ärztlicher Unterstützung auszugehen, welche durch Verfeinerung des diagnostischen Ansatzes in den Stufen sukzessive wegfallen kann. Der Entwicklungsprozess selbst ist Erwartung und Aufgabe der Wohnung als Forschungssystem (vgl. Abs. 3.2.11).

Operationalisierung von Messwerten Ziel diagnostischer Prozesse ist die möglichst klare Abgrenzung gegenüber verschiedenen Diagnosemöglichkeiten durch maximale Reduktion oder Ausschluss von Alternativen. Diese Anforderung schlägt sich auf die Entscheidungsgrundlagen insofern nieder, als dass die im Wohnumfeld genutzten diagnostischen Assistenzsysteme ihre Messwerte auf die Bestätigung oder den Ausschluss einer oder mehrerer spezifischer Diagnosen ausrichten müssen. Diesem Grundgedanken der operationalen Diagnostik [275] folgend, müssen die ambienten Messwerte in der Lage sein, die Entscheidungskriterien eines diagnostischen Algorithmus abzubilden. Sie bilden die manifesten Variablen für das latente Konstrukt der Diagnose oder der Verdachtssymptome. Letztere finden sich beispielsweise in der klinischen Leitlinie für Herz-Insuffizienz. Typische Symptome sind unter anderem Kurzatmigkeit im Liegen, Müdigkeit, erhöhte Erholungszeiten nach physischer Aktivität sowie unspezifischere Anzeichen, wie Gewichtsschwankungen, irregulärer Puls oder pathologische Atemmuster (siehe HF-Leitlinie, [276], Tabelle 4.1, S. 2140). Durch eine erfolgreiche Operationalisierung häuslicher Messwerte (manifeste Variablen), welche diese Verdachtssymptome und Anzeichen (Konzepte) bestätigen oder widerlegen, kann der diagnostische Algorithmus nach vorne erweitert oder seine Güte im Verlauf gesteigert werden. Die Bestimmung der relevanten Parameter (Puls, Atemfrequenz, Schlafdauer, Gewicht, Aktivität, etc.) sind im häuslichen Umfeld möglich (vgl. Abs. 3.2.1 und Abs. 3.2.8). Bei nachgewiesener Zuverlässigkeit und Gültigkeit können sie als Operationalisierung für das diagnostische Konzept "Verdacht auf Herz-Insuffizienz" dienen.

Zuverlässigkeit und Gültigkeit Im Verlauf der Operationalisierung von Messwerten ist die Gültigkeit (auch *Validität*), also der signifikante Zusammenhang von materialisierter Variablen zur Ausprägung des Konzeptes eine zwingende Voraussetzung. Die Abbildung von Messwert zu Kon-

zept muss hierbei bewohnerübergreifend und zuverlässig reproduzierbar sein, um einen interpersonellen Vergleich zur Bestimmung der Gültigkeit durchführen zu können. Für die Untersuchung und Etablierung der diagnostischen Instrumente im häuslichen Umfeld sind also die schrittweise Absicherung von Übertragbarkeit, Zuverlässigkeit und Gültigkeit zu gewährleisten.

Dieser Prozess kann sich an den Phasen klinischer Forschung orientieren, welche auf die Vorgaben der Arzneimittelentwicklung zurück gehen [277–280]. Es findet eine Unterscheidung von bis zu sechs Phasen klinischer Forschung - hier explizit bezogen auf die Medikamentenentwicklung - statt, die wie folgt beschrieben werden:

Präklinische Phase zum Test möglicher Wirkstoffe an Zellkulturen (auch “in-vitro”) oder nicht-menschlichen Lebewesen (auch “in-vivo”).

Phase 0 mit pharmakokinetischen Tests an einer sehr geringer Probandenzahl (ca. 10) und mit stark reduzierter Dosierung, um die Reaktion des Körpers auf den Wirkstoff einschätzen zu können.

Phase I testet den Wirkstoff an einer geringen Zahl, üblicherweise gesunder Probanden (ca. 20 bis 100), um eine gefahrlose Wirksamkeitsprüfung sicherzustellen, Nebenwirkungen abschätzen zu können sowie die optimale Verabreichungsform zu finden.

Phase II adressiert eine mittlere Zahl (ca. 100 bis 500) erkrankter Patienten und prüft die Wirksamkeit des Wirkstoffes sowie weiterhin mögliche Nebenwirkungen und die optimale Dosierung. In dieser Phase sind nur endpunktbezogene Effekte, nicht jedoch therapeutischer Nutzen abschätzbar.

Phase III bezieht eine größere, weniger begrenzt ausgewählte Zahl von Patienten mit ein und adressiert neben der Wirksamkeit auch den klinischen Nutzen in Bezug auf die Therapie.

Phase IV beschreibt Studien mit bereits zugelassenen Medikamenten, um Langzeiteffekte und Nebenwirkungen abzuschätzen oder den Vergleich mit Konkurrenzprodukten herstellen zu können.

Für alle Phasen sind analoge Prozesse in der Entwicklung von Informatik-Diagnostika durchzuführen, um die Gültigkeit der Aussagen aus operationalisierten Messwerten zu bestätigen.

3.2.5.3. Realisierung

Die Anforderungen an die Wohnung als diagnostisches Instrument bedingen eine langfristige Konzeption, Entwicklung und Evaluation. Breit einsetzbare, validierte, diagnoseunterstützende, wohnungszentrierte Assistenzsysteme sind bisher mehrheitlich in Form von eingebrachten Drittgeräten, ohne infrastrukturelle Bindung an die Wohnung verfügbar. Um den Stand der Entwicklung zu verdeutlichen sollen im Folgenden bestehende Projekte den Stufen der Einführung (vgl. Abs. 3.2.5.2) zugewiesen und weitere nötige Projekte aufgezeigt werden.

Übertragung der Phasen klinischer Forschung Diese Phasen lassen sich auf die Entwicklung von Informatik-Diagnostika übertragen, wenngleich hier nicht die therapeutische Wirksamkeit adressiert wird, sondern die überprüfbare Validität der getroffenen diagnostischen Aussage sowie ihr klinischer Nutzen im diagnostischen Prozess. In starker Analogie zu den Handlungen der Wohnung als Forschungssystem, lässt sich das Konzept der Phasen wie folgt anwenden:

0. Entwicklung in **Test- und Laborumgebungen**, die in der frühen konzeptionellen Phase die prototypische Machbarkeit eines technischen Assistenzsystems zeigt. Geeignete Untersuchungsformen sind Labor- und Feldexperimente (vgl. Abs. 3.2.11).
- I. Durchführung von **technischen Machbarkeitsstudien** zur Sicherung der Übertragbarkeit, durch technische und methodische Tests in verschiedenen Wohnungen, mit baulichen Variationen der Sensorik und mit verschiedenen Bewohnern in prospektiven Längsschnitt-Beobachtungsstudien.
- II. Durchführung einer **Pilotstudie** im späteren Studiensetting, um die Zuverlässigkeit der Instrumente zu bestätigen und eine Effektschätzung zur Planung der Fallzahl für die Folgestudien zu ermöglichen. Der Studientyp ist möglichst analog zur nachfolgenden Prüfung der Gültigkeit zu wählen, wobei auf eine Randomisierung zur besseren Abdeckung von Grenzfällen verzichtet werden kann.
- III. Überprüfung der Gültigkeit des Instrumentes durch eine **randomisierte, kontrollierte Interventionsstudie**. Technische Assistenzsysteme lassen hierbei durch flexible Aktivierung und Deaktivierung der Interventionskomponenten sehr effektive Studiendesigns mit doppelter Verblindung sowie flexiblen Mess- und Kontrollphasen erreichen.


Für aggregierte Instrumente, welche beispielsweise nicht nur Verdachtssymptome sondern vollständige Diagnosen generieren, müssen die entsprechenden Nachweise rekursiv geführt werden.

Anwendung der stufenweisen Abbildung

Stufe 1: Verlagerung Grundlage jeder häuslichen Abbildung diagnostischer Maßnahmen ist die Verlagerung des Verfahrens in die Wohnung oder Wohnumgebung. So ist der Inhalt von Hausbesuchen grundsätzlich analog zur Behandlung in der niedergelassenen Praxis, sofern der entsprechende Kontext in Form von Geräten und Material geschaffen werden kann. Eine Abwandlung oder Vorstufe dieser Methode sind mobile Versorgungsformen, welche - insbesondere induziert durch den Mangel an Allgemein- und Hausärzten [281–283] - den Arzt mit allen benötigten Material- und Gerätere Ressourcen zum Patienten bringt. Nach dem Vorbild der “fly-in/fly-out”-Modelle [284] können so geographische und demographische Besonderheiten adressiert werden [285–287]. Der generelle Einsatz in der Regelversorgung wurde im Projekt “Rollende Arztpraxis” (RAP, vgl. [271,288–290]) untersucht. Diese Form der Verlagerung, mit komplett ausgestatteter, mobiler Praxis in einem Kleintransporter kann die medizinischen Leistungen erbringen, zeigt jedoch die ökonomischen Nachteile des Transportes der teuersten Ressource im Versorgungsgefüge.

Stufe 2: Ablösung Durch Loslösung diagnostischer Verfahren vom Arzt, lassen sich die benötigten Mittel reduzieren. Hierbei erbringt entweder der Patient selbst oder eine speziell ausgebildete Fachkraft die notwendigen Leistungen. Ersteres ist vor allem im psychiatrischen Monitoring mit Fragebögen oder Tagebüchern üblich. Die vielfältigen Ansätze letzteres zu realisieren (vgl. beispielsweise “MOPRA”, “VerAH”, “EVA”, “HELVER”, etc.) gehen dabei auf das Projekt AGnES zurück [272]. Diese Form der häuslichen Diagnostik ist ebenso für die Durchführung von medizinischen Studien zur Zusicherung von Zuverlässigkeit und Gültigkeit neuer diagnostischer Verfahren im häuslichen Umfeld nötig (vgl. Abs. 3.2.5.2).

Die Kontrollinstrumente der Beobachtungs- oder Interventionsstudien müssen bei großen Einschlusszahlen so ökonomisch wie möglich durchgeführt werden können, ohne an Qualität und damit Aussagekraft zu verlieren. Hierbei ist der Einsatz von speziell ausgebildeten Studien-Fachkräften (auch “study nurse”) notwendig.

Im Rahmen der *Modellstadtinitiative Braunschweig: Vision Wohnen*²⁰³¹  (vgl. Abs. 5.2.3) findet dieses Vorgehen im Pilotprojekt “Gesundheitsstandort Wohnung” an mehreren somatischen und psychiatrischen Krankheitsbildern Anwendung. Die ambienten Messdaten aus den Wohnungen werden hierbei mit medizinisch-pflegerischen Kontrolluntersuchungen korreliert. Die kleine Stichprobe von 20 Bewohnern erlaubt den Einsatz spezialisierter Fachkräfte zur Durchführung der Verlaufskontrollen in Form von telefonischen Fragebögen und psychiatrischen Gesprächen. Eine ärztliche Intervention in der Wohnung findet nicht mehr statt. Einzelne Items der Erhebung können durch die, in der Wohnung integrierten Benutzerschnittstellen direkt abgefragt werden, wodurch die Erhebung vollständig ohne manuelle Intervention erfolgen kann⁵.

Stufe 3: Substitution Eine Form der Substitution diagnostischer Verfahren erfolgt durch Erarbeitung abgeschlossener Messgeräte, welche auch im häuslichen Umfeld eingesetzt werden können. Aus der Anforderung der Einstufung als Medizinprodukt heraus, begrenzen sich diese *point-of-care*-Lösungen auf ein enges Spektrum an möglichen diagnostischen Tests.

Werden die Fähigkeiten der Wohnung durch verbaute Sensorik entsprechend der Anforderungen erweitert (vgl. Abs. 3.2.1), kann eine Verarbeitung der aufgenommenen Parameter zur Abbildung eines vorhandenen diagnostischen Tests oder eines analogen Tests mit gleichem Endpunkt erfolgen. So weisen Beobachtungsdaten der GAL NATARS Studie auf eine Korrelation der medizinischen Mobilitätsassessments im Gesundungsverlauf nach Hüft-OP und der gemessenen Wegstreckendauer durch Bewegungsmelder hin [72]. Konkret ist die Ganggeschwindigkeit, hier als analoger Endpunkt zu parallelen medizinischen Assessments durch die Messung identifizierter Wegstrecken vom Schlafzimmer zum Bad analysiert worden. Die Berechnung einer absoluten Geschwindigkeit oder eines abgeleiteten Verlaufes spiegelt dabei das Testverfahren des, durch Pflegepersonal erhobenen, *Timed Up&Go*-Tests wider. Zentraler Endpunkt war die technische Machbarkeit, sodass keine Signifikanzanalyse für eine valide Operationalisierung der Substitution bei den Patienten (n=30) erfolgte.

Stufe 4: Modifikation Die Modifikation des Diagnostika, insbesondere im Kontextparameter Zeit lässt sich durch die wiederholte Messung in kurzer Folge oder durch dauerhafte Erhebung des Wertes erreichen. Neben der möglichen Fehlerkorrektur durch die gesteigerte Menge an Messdaten, sind auch kurzfristige Verläufe erkennbar. So lässt beispielsweise der Schlafsensordes BASIS-Projektes (vgl. Abs. 3.2.8.3 und Abs. 4.1) das längerfristige Monitoring der Herzfrequenz in Ruhe zu, ohne den Bewohner in irgendeiner Weise zu beeinflussen. Entsprechend dargestellte Daten (siehe Abb. 3.19) zeigen den Herzfrequenzverlauf eines gesunden, männlichen Bewohners in der Nacht vom 28. Februar auf den 01. März 2019. Es ist ein deutliches Muster der Schlafphasen zu erkennen, welches zur periodischen Änderung der Herzfrequenz

⁵Das Pilotprojekt “Gesundheitsstandort Wohnung” der Modellstadtinitiative Braunschweig: Vision Wohnen²⁰³¹ befindet sich in der Antragsphase.

führt. Der dargestellte Mittelwert liegt im Referenzbereich [291], wenngleich die Ausschläge von bis zu 90 BPM im Schlaf unüblich sind.

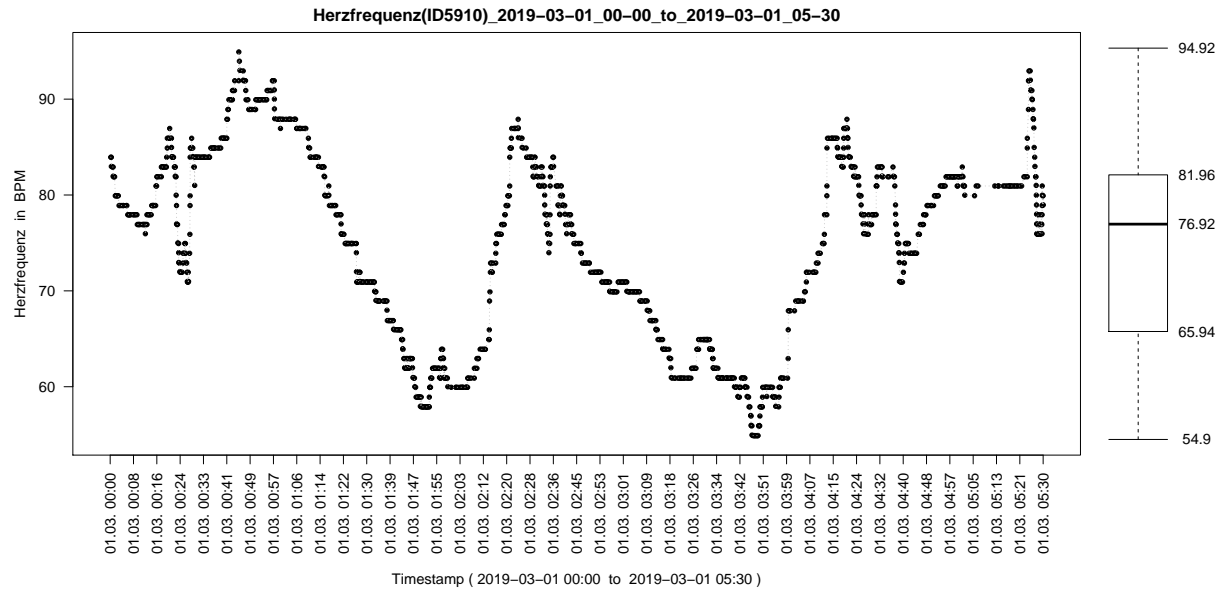


Abbildung 3.19.: Herzfrequenz im Schlaf in Schlägen pro Minute (“beats per minute”, BPM) eines jungen Erwachsenen (gesund, männlich, 22 Jahre, Quelle: eigene Darstellung von Daten der Nacht vom 28. Februar auf den 01. März 2019)

Stufe 5: Erweiterung Durch die Messung bisher nicht betrachteter Parameter im diagnostischen Prozess, lassen sich Informatik-Diagnostika mit neuen Endpunkten entwickeln. So gibt die reine Darstellung der Metainformationen über Sensoren und ihre Aktivierung bereits Hinweise zu höherwertigen Konzepten, wie Tagesablauf oder Tag-Nacht-Rhythmus. Eine solche Darstellung zeigt Abb. 3.20. Die inhaltliche Analyse mit maschinellen Lernverfahren kann weitere Aussagen ermöglichen. So sind selbstorganisierende Karten (engl. “self organizing maps”, SOM, vgl. [292]) durch Wahl geeigneter Features in der Lage Verhalten abzubilden und Änderungen aufzuzeigen. In einer beispielhaften Implementierung an den Daten einer Wohnung des BASIS-Projektes in [293] konnte gezeigt werden, dass sich SOMs aus Daten einer Wohnung bilden lassen. Für die Erkennung sich verändernden Verhaltens bedarf es jedoch noch weiterer Untersuchungen.

3.2.5.4. Diskussion

Die Umsetzung der Studienphasen ist für eine valide Entwicklung wohnungsbezogener diagnostischer Verfahren notwendig. Entsprechende Analogien finden sich in Assessmentverfahren für Gesundheitstechnologien (engl. “health technology assessment”, HTA, vgl. Abs. 2.1.6 und [156,294,295]), welche die wissenschaftliche Beweiskraft durchgeführter Studien in neun Stufen von Meta-Analysen oder kontrollierten, randomisierten Studien (entspricht Level I) bis zu Anekdoten oder Fallberichten (entspricht Level IX) bewerten. Die Ursprüngliche Einteilung in Evidenzklassen geht auf die “Agency for Healthcare Research and Quality” (AHRQ) des “U.S.

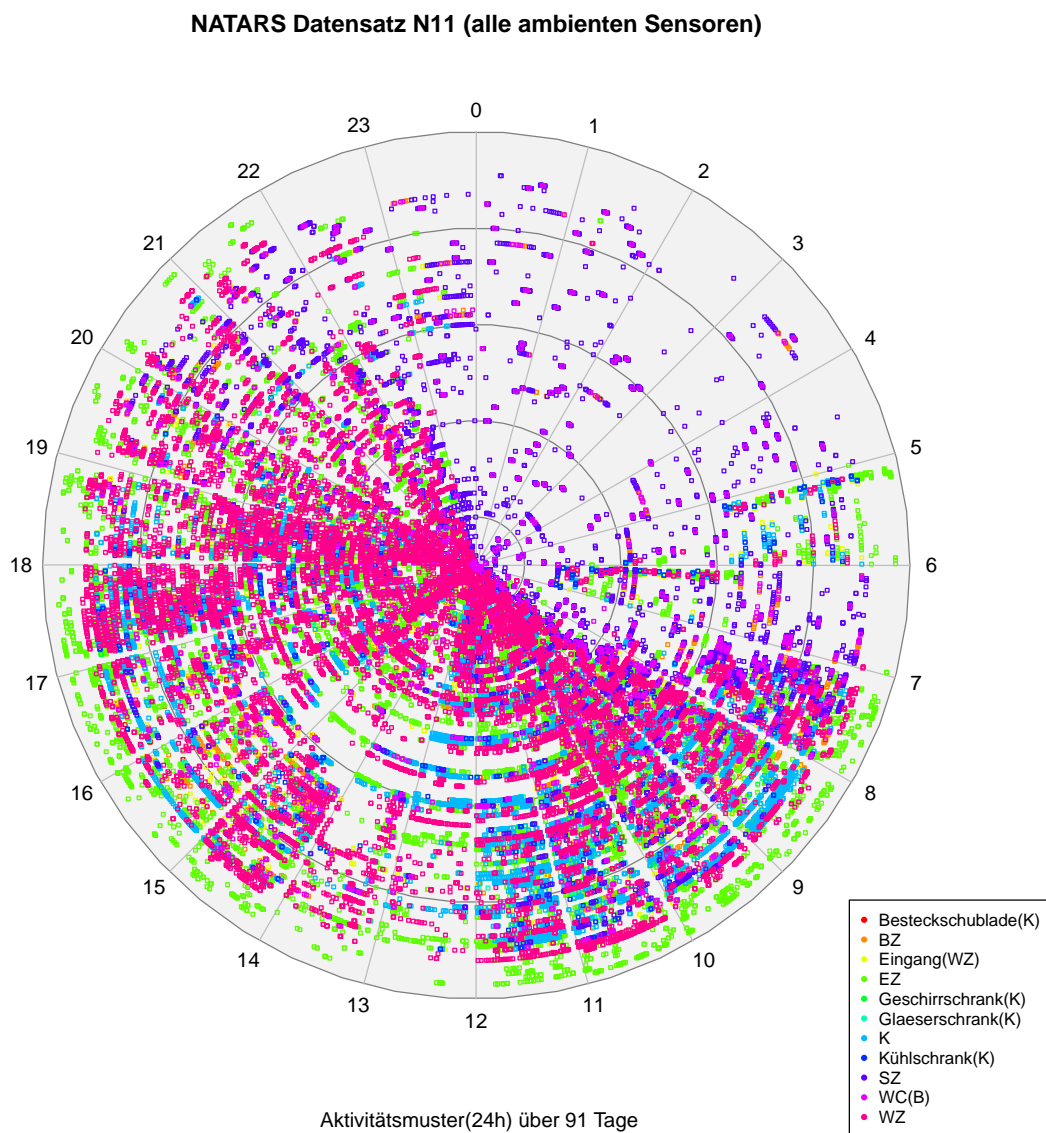


Abbildung 3.20.: Radial-Plot der aktivierten Sensoren aus der GAL-NATARS-Studie. Konzentrische Ringe zeigen 24h aufeinanderfolgender Tage von innen nach außen. (Quelle: eigene Darstellung nach Daten aus [72])

Department of Health & Human Services” zurück. Neuere Versionen und internationale Vereinheitlichungen, wie das “GRADE”-Framework [296] finden auch in Deutschland Anwendung [297]. Hieraus ergibt sich ein maßgeblicher Teil der Einsatzempfehlung für eine Gesundheitstechnologie.

Die dargestellten Projekte zeigen die Möglichkeiten der Realisierung von Informatik-Diagnostika in der Wohnung und bilden den Entwicklungspfad der stufenweisen Ablösung ab. Einige Projekte befinden sich jedoch noch in frühen Phasen der wissenschaftlichen Validierung. So sind das gezeigte Schlaftracking oder die Erkennung von Verhaltensänderungen durch SOMs technisch realisiert, müssen jedoch eher als Phase 0 Forschung betrachtet werden. Insbesondere die Vielzahl der verbauten Sensoren und die daraus resultierenden Messwerte bedürfen einer sorgfältigeren Auswahl, um als Features in maschinellen Lernverfahren genutzt werden zu können. Bisherige Ansätze zeigen ähnliche Ergebnisse [298], nutzen jedoch ausschließlich Präsenzsensoren. Die eigentliche Feature-Reduktion durch SOMs wird hierbei nur bedingt genutzt.

3.2.5.5. Einbindung in Versorgungsprozesse und weitere Rollen

Die Einbindung in den Versorgungsprozess durch Erbringung neuer diagnostischer Verfahren sollte über die entsprechende Gültigkeitsprüfung in Form von Phase III Studien erfolgen. Hierfür müssen die technischen Fähigkeiten der Wohnung als Messgerät und Forschungsinstrument in einer entsprechend großen Anzahl von Gebäuden verbaut werden. Die Verknüpfung zu den Kompetenzen der genannten Rollen ergibt sich implizit durch die vorhergehende Studiendurchführung, sowie explizit durch Nutzung der Mess- und Speicherfähigkeiten der Wohnung selbst.

Die Einbindung in den Versorgungsprozess ergibt sich durch Aufbereitung der diagnostischen Ergebnisse in Form von standardisierten, strukturierten Befunddokumenten, durch Anwendung der Kompetenzen der Wohnung als Datenspeicher und Informationsquelle (vgl. Abs. 3.2.3), welche die Ergebnisse technisch abgebildeter diagnostischer Prozesse in interoperabler Form aufbereiten. Die Schnittstellen ermöglichen die Unterstützung des diagnostischen Prozesses auch bei angrenzenden Versorgern, wie dem Hausarzt oder Klinikum selbst, indem die vorliegenden Befunddaten validierter Informatik-Diagnostika als Entscheidungsgrundlage herangezogen werden. Diese Einbindung ist bidirektional, da notwendige Assessmentanforderungen der Wohnung übergeben und von dieser ausgeführt werden. Hiermit ergibt sich ebenso eine Schnittstelle zur Wohnung in ihrer Rolle als Gesundheitsmanager (vgl. Abs. 3.2.10).

3.2.6. Die Wohnung als Therapeut und Akteur

Ein effektiver medizinischer Versorgungsprozess kann durch AGT unterstützt werden, obwohl der Fokus primär auf der Hilfe zur Bewältigung bestehender Einschränkungen liegt [17,34,299] und nur begrenzt auf der Therapie, also der Wiederherstellung des gesunden Zustandes bzw. des Zustandes größtmöglichen Wohlbefindens. Die gegebenen technischen Möglichkeiten der Wohnung erlauben die Bildung eines Umfeldes zum therapeutischen Wirken der Wohnung selbst sowie in ihr realisierter oder mit ihr verbundener Informatikwerkzeuge. Diese “Informatik Therapeutika” [268,269, S. 606] bilden eine eigene Gruppe der Gesundheitstechnologien (HTA, vgl. [87, Abs. 2] und Abs. 2.1.6). Ist die dabei adressierte Behandlung, Rehabilitation oder Linderung computer-gestützt, also durch den Einsatz technischer Assistenzsysteme realisiert, wird eine entsprechende

aktive Komponente benötigt, welche die Intervention durchführt. Die Durchführung dieser therapeutischen Handlung, mit dem Ziel der Verbesserung des Gesundheitszustandes oder Wohlbefindens durch die Wohnung oder in ihr befindliche Anwendungssysteme ist zentraler Inhalt der Rolle der Wohnung als Therapeut und Akteur und soll im Folgenden beschrieben werden.

Der formalen Rollenanalyse folgt die Erarbeitung der Anforderungen, deren Erfüllung in Teilen und beispielhaft in der Realisierung beschrieben wird. Projektspezifische Grundlage sind das AGT Reha System (vgl. Abs. 4.3 und [300,301]), MoCaB (vgl. Abs. 4.2) und BASIS (vgl. Abs. 4.1).

3.2.6.1. Rollenanalyse

Die Analyse zeigt, dass therapeutische Handlungen Inhalt aller betrachteten Versorgungsprozesse und -modelle sind. Die Abbildungen der Behandlungsprozesse im OpenEHR Zyklus (vgl. Abs. 2.3.1), den klinischen Leitlinien (vgl. Abs. 2.3.2) und der Betrachtung nach Bergmann (vgl. Abs. 2.3.3) erfolgt hierbei mit der Erwartung den Gesundheitszustand zu verbessern, zu erhalten oder weitere Verschlechterungen zu verhindern. Dies hat auch die HTA Gruppe "Behandlung" zum Inhalt (vgl. Abs. 2.3.6). Die weiteren Gruppen des, im HTA implizit enthaltenen Versorgungsmodells sind "Rehabilitation" und "Linderung", welche beide die aktive, intervenierende Komponente der Verbesserung, Wiederherstellung oder Bewältigung enthalten. Sie bilden damit den dynamischen Teil der Rollenbeschreibung, in Form der Handlungen ab. Diese findet sich auch in der von Mintzberg beschriebenen "Manipulation" (vgl. Abs. 2.3.5).

Erwartungskonformes Produkt der Wohnung in ihrer Rolle als Therapeut und Akteur ist also ein verbesserter, erhaltener oder in der Bewältigung unterstützter Gesundheitszustand und ein, in der Folge gesteigertes Wohlbefinden. Entsprechende Rollenhandlungen sind die Einwirkung auf den Patienten oder die Umgebung, wobei sich die Kontextparameter aus den Akteurfähigkeiten der Wohnung selbst oder in ihr befindlichen Systemen bilden. Letztere definieren gleichzeitig die, zur Beschreibung des Handlungskontexts notwendigen Objekte und Materialien. Ort und Zeit sind abhängig von der tatsächlichen Realisierung.

3.2.6.2. Anforderungen

Bildung eines therapeutischen Raumes In Erfüllung der, in der Rollendefinition beschriebenen Kontextanforderungen, muss die Wohnung einen realen und digitalen Raum zur Ausübung therapeutischer Handlungen bilden. Neben den räumlichen Anforderungen, die hier nicht Fokus sein sollen, bedeutet dies vor allem die Bereitstellung von Schnittstellen zur Anbindung, in der Wohnung aktiver therapeutischer Geräte und Anwendungssysteme. Beispiele für solche Therapiegeräte finden sich in der Behandlung von Gleichgewichtsstörungen und der Sturzprävention (vgl. "KIN" und "SMT" aus [302]) sowie in Systemen zur Begleitung physiotherapeutischer Reha-Nachsorge (vgl. "AGT Reha" aus [301]). Die Therapieüberwachung und -steuerung soll durch Schnittstellen der Wohnung erfolgen, damit die Behandlungsinformationen Teil des Patientenkontext in Form der häuslichen elektronischen Patientenakte werden. Konkret sollen notwendige Handlungsanweisungen in standardisierter, maschinenlesbarer Form der Wohnung übermittelt werden, die sie in den Patientenkontext einbettet und die Steuerung von eigenen oder eingebrachten Therapiefunktionen übernimmt. Durch gleichzeitiges Rückspielen des Therapieverlaufs und der Therapieergebnisse, lässt sich ein konsistentes Therapiemanagement realisieren.

Neben der Einbindung von abgegrenzten Anwendungssystemen mit physischen Anwendungsbausteinen muss auch die Integrierbarkeit von isoliert arbeitenden Softwarekomponenten möglich sein. Die Wohnung stellt als Plattform die entsprechende Laufzeitumgebung bereit und ermöglicht die Installation der Anwendungssysteme auf physischer und logischer Ebene.

Bereitstellung von Aktorikfähigkeiten Neben den eingebrachten Therapiegeräten können die zunehmenden technischen Fähigkeiten der Wohnung selbst genutzt werden, um therapeutische Handlungen auszuführen. Hierfür muss die entsprechende Aktorik zur Verfügung stehen. So können Gebäudeautomatisierungssysteme, wie BASIS genutzt werden, um Beleuchtungssteuerung durch Schalten des Lichtes bzw. Regulieren der Verdunklung zu realisieren, um das Wohnungsklima zu regeln oder um Nachrichten und Hinweise anzuzeigen. Interventionsfähigkeiten ergeben sich daher aus der Beeinflussung der Umgebung oder dem Setzen von Zielen und Beschränkungen zur Verhaltensänderung. Auch die Anleitung zur Selbsttherapie oder Animation zur Adhärenzsteigerung soll durch eigene Aktorik der Wohnung abbildbar sein.

Medizinproduktentwicklung Der Therapie kommt, als ein kritischer Teil des Versorgungsprozesses eine besondere Bedeutung zu. Ihre Wirksamkeit und ihr Nutzen muss sich auf Basis starker Evidenz nachweisen lassen. Die Entwicklung neuer Therapieformen - seien es Informatiktherapeutika - bedarf der gleichen Äquivalenzbetrachtung, wie es die stufenweise Einführung diagnostischer Verfahren erfordert (vgl. Abs. 3.2.5). Nach erfolgreicher Übertragung bestehender Therapieverfahren in die Wohnumgebung und der Ablösung von der Notwendigkeit ärztlicher oder pflegerischer Intervention, kann eine Substitution und eventuelle Modifikation des Verfahrens erfolgen, die sich positiv auf den Therapieerfolg auswirken. Hinzu kommt die Möglichkeit neue Interventionen - im Sinne der *Erweiterung* (vgl. Abs. 3.2.5.2) - zu entwickeln und mit dem, in der klinischen Forschung bewährten, mehrphasigen Studienprozess zum Nachweis von Zuverlässigkeit und Gültigkeit zu validieren.

Ziel muss die Entwicklung abgrenzbarer, therapeutischer Instrumente sein, welche in der Wohnung, als therapeutische Plattform flexibel realisierbar sind. Hiermit wären beispielsweise auch die Voraussetzungen für die punktuelle, bedarfsbezogene Unterstützung in Form von Heil- und Hilfsmitteln erfüllt, sodass einzelne therapeutische Maßnahmen erstattungsfähig in der Wohnung installiert werden könnten.

3.2.6.3. Realisierung

Die Bereitstellung therapeutischer Fähigkeiten baut anforderungsgemäß auf das Vorhandensein von Drittsystemen und deren Verbindung mit der Wohnung auf und nutzt andererseits eigene Fähigkeiten der Wohnung zur Realisierung. Diese beiden Ansätze sollen anhand zweier Beispiele gezeigt werden.

Häusliches Tele-Rehatraining Das Projekt AGT Reha (vgl. Abs. 4.3 und [300,301,303]) zielt auf die Unterstützung häuslicher Trainingstherapie ab. Adressiert wird die ambulante Post-Rehabilitationsphase nach einer Schulter-OP. Interventionsinstrument ist ein Anwendungssystem, welches den Patienten bei der Durchführung von physiotherapeutischen Übungen während und nach Entlassung aus der stationären Reha unterstützt. AGT Reha beobachtet dabei die Aus-

führung einer Folge aus acht Übungen in mehreren Sätzen und Wiederholungen. Die qualitative Einschätzung erfolgt durch Aufnahme eines 3D-Tiefenbildes mit Skeletterkennung und Ableitung der Übereinstimmung von Ist- und Soll-Position des Rumpfes und der oberen Extremitäten.

Zur Rückmeldung der Qualitätseinschätzung zum Patienten dient eine Anzeige auf seinem Fernseher oder einem Notebook-Display, welche sowohl die korrekte Ausführung in Form eines Trainer-Avatars als auch die Ausführung des Patienten durch einen Patienten-Avatar zeigt. Zusätzlich wird die aktuelle Ausführungsqualität in Form eines Balkens sowie die aktuelle Übung und ihre Wiederholungszahl dargestellt. Vor jeder Übung gibt es ein erklärendes Video, welches gleichzeitig die trainingsmethodisch notwendige, lohnende Pause bildet. Die Trainingsansicht zeigt Abb. 3.21.



Abbildung 3.21.: Screenshot der Trainingsansicht des AGT Reha Anwendungssystems zum häuslichen Tele-Rehatraining. (Quelle: [300])

Die Evaluation der Intervention erfolgt in mehreren Phasen. Nach einer ersten prototypischen Umsetzung und Test an gesunden Probanden ($n=20$) erfolgte die Konzeption einer Studie zur Überprüfung der technischen Machbarkeit. In einer einarmigen, prospektiven, nicht randomisierten Fall-Kontroll-Studie wurden zunächst 15 Probanden beim Training mit dem System beobachtet. Durch medizinische Begleituntersuchungen wurden Trainingseffekte erhoben und zur Fallzahlschätzung und Planung einer Wirksamkeitsstudie (AGT Reha-P3) genutzt. Den Vergleich mit konventioneller medizinischer Trainingstherapie (MTT) ermöglichte eine Kontrollgruppe, welche durch Fragebögen zum Schulterstatus, zur Zufriedenheit mit der Nachsorgeform und zur Arbeits- und Erwerbsfähigkeit die Baseline bildeten. Teile des Studienplanes mit der Studiensynapse finden sich in Anhang E (Abb. E.1, Abb. E.2 und Abb. E.3). Die Studie wurde im März 2017 erfolgreich mit 21 Probanden abgeschlossen und zeigte eine hohe Nutzerakzeptanz und Trainingscompliance [303]. Die erhöhte Fallzahl ergab sich durch zusätzliche Tests mit einer neueren Version der verwendeten Hardware.

Die aktuell laufende Wirksamkeitsstudie “AGT Reha P3” ist ebenfalls als prospektive, kontrollierte, nicht randomisierte Phase III Studie mit 84 Patienten angelegt. Die Studie findet sich im deutschen Register für klinische Studien (DRKS) mit der ID DRKS00011596.

Domänenübergreifende Aktorik in BASIS Das Projekt BASIS (siehe Abs. 4.1) zielt auf die Entwicklung einer gewerkeübergreifenden Infrastruktur zur Gebäudeautomatisierung ab. Die Synergieeffekte der verschiedenen Domänen sollen dabei eine breite Funktionalität bei gleichzeitig kosten- und energieeffizienter Arbeitsweise ermöglichen. Die Sensorik und Aktorik des Gesamtsystems kann von allen Gewerken kontrolliert genutzt werden, sodass medizinische, energietechnische oder gebäudetechnische Anwendungen auf der gleichen Hardware arbeiten. Das System stellt verschiedene Aktorik zur Benutzung bereit, die im Rahmen der Therapiedurchführung oder Therapieunterstützung Anwendung finden kann. BASIS ist in sechs Wohnungen der Nibelungen Wohnbau GmbH (vgl. Anhang C.1 und [137,177]) verbaut und wird regulär bewohnt.

Die Beleuchtung im gesamten Gebäude kann durch den Einsatz elektronischer Relais im Busgerät selbst geschaltet und gedimmt werden. Der Einbezug der, in jedem Raum platzierten Helligkeitssensoren ermöglicht die Regulierung auf einen Raumwert. Die Unabhängigkeit einzelner Leuchtmittel ermöglicht die Beleuchtung oder Signalisierung spezifischer Bereiche der Wohnung und installierte Rollos ermöglichen die Verdunklung. Geräte für motorgesteuerte Fenster existieren ebenso, sind jedoch im Demonstrator nicht verbaut.

Das Raumklima kann durch Regulierung der Heizkörper sowohl raum- als auch gebäudebezogen gesteuert werden. Der Einbezug der Sensorikwerte zu Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Taupunkt ermöglicht die Abstimmung auf Zielwerte.

Die Möglichkeit der Anzeige von Statusmeldungen, Hinweisen oder Handlungsanweisungen ist durch ein, fest in der Wohnung verbautes Textdisplay gegeben. Eine potentielle Nutzung zur Erinnerung an einzunehmende Medikamente ist im Rahmen der Abbildung von Assistenzsystemen für das betreute Wohnen realisiert worden (vgl. Abs. 3.2.9.3 und [304]) und stellt Möglichkeiten der Unterstützung konventioneller Therapieformen dar.

Die Hinzunahme der Sensorikfähigkeiten schafft darüber hinaus Ansatzpunkte zur engeren Therapiekontrolle und erlaubt schnellere Evaluationszyklen.

3.2.6.4. Diskussion

Die Anwendung der Wohnung als therapeutisches Instrument ist in der Literatur nur sehr begrenzt beschrieben. In einzelnen Fachbereichen, wie der Demenz sind entsprechende Interventionen mit Nutzung von AGT im häuslichen Umfeld beschrieben, beziehen sich jedoch zumeist auf passive Maßnahmen, wie Monitoring, Dokumentation und Hinweise oder einmalige bauliche Veränderungen (vgl. eine Übersicht in [34]). Aktive therapeutische Handlungen in der Wohnung sind, beispielsweise in Form von Physiotherapie, zwar beschrieben, jedoch nicht näher in Bezug zum Kontext der Wohnung gesetzt.

Der Einsatz von Drittsystemen, welche in das häusliche Umfeld eingebracht werden, ist ebenso adressiert [302,305,306], auch hier fehlt aber die tatsächliche Integration in das Wohnumfeld. So zeigen Gschwind et al. in [302,307] die Nutzung von sog. “Exergames” in Form von zwei Systeme-

men zur Verbesserung des Gleichgewichtes und zur Sturzprävention mit der Kinect und einer Sensormatte. Ergebnisse zeigen positive Trends, werden jedoch von technischen Schwierigkeiten überlagert. Dies spiegelt die Ergebnisse des AGT Reha Projektes wider, wenngleich hier die Zuverlässigkeit des Systems erheblich gesteigert werden konnte.

Die Kontrolle von Beleuchtung und Tageslichtexposition zu therapeutischen Zwecken ist ebenso realisierbar [308,309]. Studien im Bereich Demenz und Depression zeigen eine teilweise signifikante Verbesserung von krankheitsbezogenen Scores. Auch der Einsatz von motivierenden Nachrichten ist untersucht, wenngleich die Signifikanz der in [310] gezeigten Ergebnisse für die Motivation zu physischer Aktivität durch den Fakt beeinträchtigt wird, dass es sich um eine rein theoretische Untersuchung handelt, in der keinerlei tatsächliches Training absolviert wurde.

In der Zusammenfassung lässt sich sagen, dass es noch bedeutend weniger Evidenz, als bei der Wohnung als Diagnostisches Instrument gibt und die Studien eher im Bereich körperbezogener Sensorik, Fitness Apps und mHealth angesiedelt sind. Methodisch wird eher beobachtend als intervenierend gearbeitet. Der integrierte Ansatz, der mit technischen Grundlagen, wie BASIS möglich ist, findet sich in der Form nicht.

3.2.6.5. Einbindung in Versorgungsprozesse und weitere Rollen

Verlagern sich therapeutischen Handlungen in die Wohnung und gestalten sich den Anforderungen folgend um, geht damit auch eine Veränderung des Behandlungsverlaufs einher. So müssen Informationen zur Therapiesteuerung an die Wohnung übertragen, von ihr ausgewertet und Therapieergebnisse zur Verfügung gestellt oder zurück übermittelt werden. Bei Integration von zusätzlichen Anwendungssystemen zur Therapie, erfolgt die Anforderung und Instruktion aus dem Quellsystem des vorhergehenden Versorgers. Der Behandlungspfad für den Patienten integriert also die Wohnung, welche die notwendigen Kontextdaten für behandelnde oder behandlungsunterstützende Anwendungssysteme vorhält. Sie bilden den Patientenkontext (vgl. auch Abs. 3.2.10.2).

Die Rollenhandlungen als Therapeut und Akteur bauen teilweise auf andere Rollen auf oder sind die Grundlage für deren Rollenübernahme. So im Fall der, in die Wohnung gebrachten, Therapie-systeme. Hier bilden die Fähigkeiten der Wohnung als Informationsquelle die Voraussetzung zur Kontrolle der Therapiefunktionen. Wird die Wohnung selbst tätig, muss entsprechende Akteurik vorhanden sein und kontrolliert werden. Die Kontrolle des Therapieverlaufes bringt die Verbindung zur Wohnung als Messinstrument mit sich. Den Fähigkeiten als Therapeut wiederum bedienen sich komplexere Rollen, wie die Wohnung als Pflegesystem oder Präventionsinstrument. Die Orchestrierung mehrerer Rollenhandlungen - und damit auch die der Wohnung als Therapeut - erfolgt über die Rolle der Wohnung als Gesundheitsmanager.

3.2.7. Die Wohnung als sozialer Integrator

Im Zuge der demographischen Entwicklung ist der Einsatz von technischen Assistenzsystemen in AAL-Umgebungen eine Strategie zur Wahrung von Selbstbestimmung, Sicherheit und Autonomie im Alter [146,311,312]. Als maßgebliche Grundlage für das Altern im eigenen Heim (engl. "ageing in place"), wird diese Strategie sowohl von Institutionen und Regierungen [5,8,9] als auch von Beteiligten [3,10,313] gewünscht und verfolgt. Das eigene Haus oder die eigene Wohnung ist der

bevorzugte Ort des Alterns. Die Möglichkeit hier verbleiben zu können erhöht die Lebensqualität signifikant, selbst wenn das unmittelbare Wohn- und Lebensumfeld nicht vollständig oder passend an die möglicherweise auftretenden altersbedingten Funktionsdefizite adaptiert ist [3,5,10,313].

Ein Grund für den Wunsch nach Verbleib im gewohnten Umfeld ist der Erhalt bestehender sozialer Kontakte. Die Einbindung in die Nachbarschaft bildet ein aktives soziales Netzwerk, das Alterseinsamkeit aktiv entgegen wirkt [314]. Wiles et al. zeigen in [315], dass neben der sozialen Beziehungen und dem Stiften von Identität, die Nachbarschaft vor allem auch als Resource oder "soziales Kapital" (u.a. aus [316, S. 205] und [20]) für ältere Menschen zu verstehen ist. Dies gilt insbesondere auch im Lichte eingeschränkter oder fehlender sowohl institutioneller als auch staatlicher bzw. kommunaler Hilfeleistungen. Nachbarschaftsdienste können ein valides Substitut darstellen. Das hieraus entstehende Gefühl der sozialen Teilhabe gleicht familiärer Integration und kann als signifikant prädiktiver Faktor für die 5-Jahres-Überlebensrate dienen [317].

Das nachfolgende Kapitel beschreibt die Rolle der Wohnung als sozialer Integrator, durch aktive Einbindung des Bewohners in die Nachbarschaft. Entsprechend der Untersuchungsmethodik erfolgt auf Grundlage der Rollenanalyse eine Anforderungserhebung sowie die Darstellung möglicher Realisierungen anhand eines systematischen Reviews von Nachbarschaftsdiensten und einer Wohn-Pflege-Gemeinschaft im Rahmen des BASIS-Projektes.

3.2.7.1. Rollenanalyse

Aus der Analyse der betrachteten Versorgungsmodelle heraus wird deutlich, dass keines der klassischen, auf medizinische Versorgung ausgerichteten Modelle die soziale Integration mit einem direkten Prozess adressiert. Lediglich Bergmann (vgl. Abs. 2.1.3.1, 2.1.3.5 und [83]) beschreibt Lebensqualität unter Einbeziehung einer sozialen Komponente als Ziel der Prozesse *Gesundheit wahren* und *Ein gutes Lebensende ermöglichen*. Informell lassen sich Aktivitäten, die im Rahmen der Wohnung als sozialer Integrator adaptiert werden können, eher bei angrenzenden Akteuren und Diensteanbietern, wie Bewohnervereinen oder im Rahmen des Quartiers- und Sozialmanagements von Wohnbauunternehmen, finden. Legt man den betrachteten Versorgungsmodellen die mehrdimensionale Definition von Gesundheit nach Dunn, Greenberg oder Phelan [11–13] zugrunde, wie sie auch die WHO (Welt-Gesundheitsorganisation, engl. "World Health Organization", vgl. [318]) konstitutionell definiert, werden entsprechende Handlungen Teil der medizinischen Versorgung und somit für die Wohnung als Gesundheitsstandort relevant.

In ihrer Rolle des sozialen Integrators nimmt die Wohnung gegenüber Beteiligten - insbesondere dem Bewohner selbst und dessen Nachbarschaft - sowohl aktive als auch passive Aufgaben wahr. Die im statischen Sinne des Rollenmetamodells bestehenden Erwartungen sind Grundlage für diese, durch Handlungen zu erfüllenden Aufgaben. Grundlegende Erwartung im Rahmen dieser Rolle ist, dass der Bewohner trotz physischer, mentaler oder seelischer Funktionsdefizite in der Wohnung verbleiben und seine sozialen Kontakte aufrechterhalten kann. Die Wohnung soll die Verbindung zum sozialen Netzwerk passiv ermöglichen oder aktiv herstellen. Hilfebedarfe, denen durch das Netzwerk entsprochen werden kann, sollen verbreitet werden. Die Nachbarschaft soll als Erbringer dieser Hilfen, im Sinne einer Ressource, zugänglich sein.

Die Handlungen der Rolle definieren sich entsprechend der, die Anforderungen adressierenden

Lösungsvorschläge. Als generell nötige Kompetenz lässt sich die Kontaktaufnahme, einerseits mit dem Bewohner, der Nachbarschaft und allen Beteiligten des sozialen Umfeldes sowie andererseits mit relevanten computerbasierten Handlungsträgern definieren. Die Wohnung kann hier ebenso auf Fähigkeiten im Rahmen ihrer Rolle als Informationsquelle zurückgreifen.

3.2.7.2. Anforderungen

Identifikation defizitärer sozialer Integration Mit physiologischen Funktionsdefiziten und abnehmender inner- oder außerhäuslicher Mobilität im Alter geht häufig auch eine schwindende soziale Einbeziehung einher [319,320]. Es muss eine potentiell einsetzende Vereinsamung erkannt werden und eine entsprechende Reaktion erfolgen. Hierbei kann die Identifikation des Zustandes sowohl durch menschliche Akteure als auch durch technische Assistenzsysteme geschehen. Relevant sind hier die im Metamodell spezifizierten Kontextparameter zur Situation. Wird der Bewohner ohnehin regelmäßig durch professionelles oder informelles Pflegepersonal oder durch Angehörige betreut, reicht die Ausgestaltung von der rein zwischenmenschlichen Kommunikation - also einer Identifikation des Problems im Gespräch - bis hin zur Bereitstellung relevanter Informationen für die Betreuungsperson, die diese dann interpretieren und reagieren kann. Ist eine unregelmäßige Betreuung oder gar kein Kontakt vorhanden, ist das Problem inhärent, da es selbst Ausdruck von Einsamkeit ist, jedoch aufgrund der fehlenden Ansprechperson nicht aus sich heraus zu lösen ist. Hier sollten technische Assistenzsysteme aktiv werden und weitere Schritte einleiten.

Abseits der altersbedingten Funktionsdefizite können auch andere Erkrankungen zu ungewünschten Vereinsamungstendenzen führen, welche durch eine Intervention durchbrochen werden könnten. Teil des Krankheitsbildes der Depression sind mitunter tagelange Rückzugsphasen, aus denen die Betroffenen nicht eigenmächtig in der Lage sind auszubrechen. Auch die chronischen Ausprägungen der Schizophrenie sind häufig durch entsprechende Isolationsphasen oder mitunter durch katatone Symptome geprägt und erfordern eine Intervention.

Kontextsensitive Kontaktmöglichkeiten Die aus der Identifikation einer Problemsituation hervorgehende Kontaktaufnahme muss

1. stufenweise,
2. kontrolliert und
3. an den Handlungskontext angepasst

erfolgen. Für AAL-Umgebungen bedeutet das die folgenden Spezialisierungen.

Die stufenweise Kontaktaufnahme meint, dass die priorisierte Vorgehensweise für technische Assistenzsysteme immer das Auflösen der Situation ohne Eingriff des Bewohners sein muss. Erst wenn dieses Vorgehen nicht möglich ist, sollte der Bewohner um Aktion gebeten werden. Führt auch das nicht zum gewünschten Erfolg ist eine - wiederum stufenweise - Eskalation der Situation mit dem Umfeld möglich. Die Grenzen der einzelnen Stufen liegen natürlich bei der Notwendigkeit von Aktionen, welche die Wohnung auf Grund fehlender Aktorik oder Berechtigung nicht selbst erledigen kann. Diese Einschränkung durch Kompetenz und Situation findet sich bereits in den Grenzen der Übertragbarkeit einzelner Rollenhandlungen ins häusliche Umfeld wieder (vgl. Abs. 2.2.4). Mitunter ist eine Lichtstimmung, das Kontrollieren der Rollostellung oder die Ausgabe eines Signaltons

jedoch schon zielführend [308,309]. Eine, bei ausbleibender Reaktion eingeleitete Eskalation kann durch Kontaktaufnahme mit dem Nachbarn, Angehörigen, Pflegepersonen oder abschließend mit dem Rettungsdienst erfolgen.

Die kontrollierte Kontaktaufnahme beschreibt die Ausgestaltung der ersten Stufe, welche sich an die Entscheidungen und den Willen des Bewohners in Bezug auf die Weitergabe von Informationen anpassen muss. Allein die Bitte um Kontaktaufnahme kann als privates Ereignis aufgefasst werden, dass vom Bewohner bewusst und gerichtet adressiert werden muss. Hinzu kommt, dass Gewöhnungseffekte (engl. "alarm fatigue") bei der alarmierten Hilfsperson vermieden werden sollten. Eine nachhaltige soziale Einbeziehung kann nur auf Gegenseitigkeit erhalten oder aufgebaut werden. Übermäßige, unnötige Beanspruchung führt zur Isolation.

Der Handlungskontext beinhaltet im Wesentlichen die Möglichkeiten der Wohnung, den aktuellen sozialen Status des Bewohners und den seines sozialen Umfeldes. In der psycho- und ergotherapeutischen Betreuung wird durch die sogenannte Biografiearbeit unter anderem der soziale Status ermittelt und die Form der Ansprache an den Bewohner angepasst. Dies schafft trotz Wechsel des Umfeldes eine Konstante im sozialen Bereich. In ähnlicher Weise muss eine - möglicherweise technische - Lösung an den Bewohner adaptiert werden. Dies kann von der niederschweligen Etablierung einer Briefbeziehung, über das Führen von Videotelefonaten hin zu Nachbarschaftstreffen an biografisch relevanten Orten führen.

Ermöglichen von Nachbarschaftsdiensten Eine weitere konkrete Intervention zur Stärkung der nachbarschaftlichen Bindung ist das Erbringen und Inanspruchnehmen nachbarschaftlicher Dienstleistungen. Sie reichen vom Erledigen von Einkäufen über die Pflege der gemeinschaftlichen Grundstücke bis zum Vermitteln von Wissen oder bestimmten Fähigkeiten. Diese Nachbarschaftshilfen sind eine wichtige Unterstützung, für den Leistungsempfänger und können eingeschränkt als Substitut für institutionelle Hilfeleistung dienen. Ferner sorgen Sie für die soziale Integration, gleichermaßen für den Leistungsempfänger, wie -erbringer. Die Breite des möglichen Angebotsspektrums setzt eine, auf den Bewohner angepasste Zugangsmöglichkeit zu dem Assistenzsystem voraus. Fundiert er im Wesentlichen als Leistungserbringer, müssen Angebote vorgeschlagen und verbreitet werden. Als Leistungsempfänger muss eine bedarfsorientierte Selektion der Dienstleistungsangebote zugreifbar sein.

Alle Dienste müssen auf dem Prinzip der Gegenseitigkeit beruhen. Dies gilt insbesondere im Lichte der sehr unterschiedlichen Wahrnehmung altruistischen Verhaltens und dem hieraus entstehenden Belohnungseffekt des Leistungserbringers. Da nicht alle Leistungsempfänger in der Lage sind eine entsprechende Gegenleistung zu erbringen, kann der hieraus entstehende Dämpfungseffekt schließlich zum Ausbleiben nachbarschaftlicher Hilfe führen [321]. Die Erbringung von Nachbarschaftsdiensten muss also eine, in der Gesamtheit positive Bilanz des Hilfeersuchens und gefühlten Hilfeleistens erzeugen. Etabliert sich das Erbringen von Nachbarschaftsdiensten als Generationenvertrag, bleiben die Gegenleistungen selbst zwar nicht-monetär, bedürfen jedoch der regelmäßigen Wiederholung in Form von Würdigung der nachbarschaftlichen Hilfeleistung, was die genannte Bilanzierung zeitlich dehnt. Dieses quartierszentrierte System der Erbringung und Gegenleistung kann zusätzlich institutionell erfolgen, beispielsweise durch die Hausverwaltung, das Wohnbauunternehmen oder einen Bewohnerverein. Finanzielle Vergütung oder Vergütung durch Vergünsti-

gungen stellt eine direktere Methode dar, entbindet jedoch gleichzeitig von der Verantwortung, weiterhin in der Nachbarschaft aktiv zu sein. In der Praxis ist eine Abwägung der Ansätze vorzunehmen oder eine Mischform zu erwägen. Insbesondere bei technisch unterstützten Lösungen muss dies bereits eine Überlegung der fachlichen Konzeption sein.

Selektion und Beschränkung

“My wife would like a retirement village, but I have a bad impression of them, they are full of nosy old people. (Peter)” [313, S. 134]

Soziale Integration wird von Bewohnern sehr unterschiedlich wahrgenommen und unterscheidet sich bisweilen stark, abhängig von Alter, Werdegang oder Persönlichkeit des Bewohners. Dies gilt ebenso für den Effekt auf die Lebensqualität. So ist direktes Zusammenleben nur bei jüngeren Älteren positiv mit Lebensqualität verknüpft. Bei 80 bis 94 jährigen konnten Oswald et. al. in [15] wiederum eine signifikante positive Abhängigkeit von Lebensqualität zur Nachbarschaftsqualität nachweisen. Hieraus lässt sich schlussfolgern, dass soziale Kontakte immer wichtig sind, jedoch in Intensität und Näher sehr unterschiedlich gewünscht und wahrgenommen werden. Lösungen zur Schaffung und zum Erhalt sozialer Integration müssen dies berücksichtigen und in der Folge selektiv und intensitätsangepasst arbeiten können.

3.2.7.3. Realisierung

In Konsequenz der zentralen Rolle der Nachbarschaft für die soziale Integration, wird die mögliche Realisierung der Anforderungen anhand eines systematischen Reviews zu sozialer Integration und Nachbarschaftsdiensten gezeigt. Das Review ist in Zusammenarbeit mit Franz-Albert Zilm im Rahmen des BASIS Projektes entstanden [322]. Anschließend folgt die Beschreibung einer sensor-erweiterten Wohn-Pflege-Gemeinschaft.

Systematisches Review zu Nachbarschaftsdiensten Aus dem Zusammenhang von Lebensqualität und nachbarschaftlicher Einbindung ergibt sich die Frage nach möglichen Ausprägungen dieser Unterstützungsangebote im sozialen Umfeld der Bewohner, insbesondere bezogen auf die Nachbarschaft. Um die Frage zu beantworten, wurde ein systematisches Review zur sozialen Integration mit Bezug auf das Projekt BASIS (vgl. Abs. 4.1) durchgeführt. Ziel war die Aggregation bestehender und möglicher, konkreter Szenarien, Anwendungsfälle, Dienstleistungen und Assistenzsysteme mit dem Ziel der Ermöglichung oder Stärkung sozialer Teilhabe.

Suchverlauf Hierzu wurden die Literaturdatenbanken Google Scholar [323], IEEE Xplore [206], Medline (via Pubmed, [207]) und Scopus [324] mit dem folgenden generischen Suchgebriff abgefragt (vgl. Lst. 3.4).

```

1 ( "social" AND ("integration" OR "support" OR "cohesion" )
2 OR
3 (
4   ( "neighbor" OR "neighborhood" OR "community")
5   AND
6   ("network" OR "service")
7 )

```

Listing 3.4: Generischer Suchbegriff für Review zur sozialen Teilhabe

Die Suchterme wurden datenbankspezifisch, iterativ angepasst, um Präzision und Recall anzupassen. Als Annäherung dienten hierfür die jeweils 100 ersten Suchergebnisse, die durch sukzessive Hinzunahme von Ausschlussbegriffen angepasst wurde. Insbesondere die fehlende Fachspezifität von Google Scholar machte eine starke Einschränkung notwendig. So wurden komplette Themengebiete, wie “violence”, “biology”, “immigration”, “crisis”, etc. ausgeschlossen (vgl. Lst. 3.5). Ferner lässt das Suchinterface von Google Scholar keine Priorisierung durch Klammern zu und die Suchbegriffe werden generell durch *OR* verbunden.

```

1 [...] -violence -biology -ecology -immigration -crisis -ecosystem
   -disaster -tourism -enterprise -geographic -agriculture -climate

```

Listing 3.5: Ausgeschlossene Begriffe bei Google Scholar

Auch Scopus machte die Einschränkung der Suchmenge durch Ausschlussbegriffe notwendig (vgl. Lst. 3.6).

```

1 [...] AND NOT TITLE-ABS-KEY ( religion ) AND NOT TITLE-ABS-KEY ( child
   abuse ) AND NOT TITLE-ABS-KEY ( violence ) AND NOT TITLE-ABS-KEY (
   alcohol ) AND NOT TITLE-ABS-KEY ( segregation ) AND NOT TITLE-ABS-KEY (
   education ) AND NOT TITLE-ABS-KEY ( food ) AND NOT TITLE-ABS-KEY ( law )
   AND NOT TITLE-ABS-KEY ( school ) AND NOT TITLE-ABS-KEY ( migrants ) AND
   NOT TITLE-ABS-KEY ( racial )

```

Listing 3.6: Ausgeschlossene Begriffe bei Scopus

Fachliche Überschneidungen erschwerten die Suche in IEEE Xplore, da Begriffe, wie “neighbor” und “network” auch im Kontext von Zellstrukturen der Biologie oder Algorithmen der Informatik auftauchen. Damit war eine stärkere Bindung der Begriffe “neighborhood” und “service” durch *AND* notwendig. Einschränkungen der Suchterme oder zeitliche Einschränkungen gab es nicht (vgl. Lst. 3.7).

```

1 (((((social integration) OR community support) OR social cohesion) OR
   support network) AND neighborhood service)

```

Listing 3.7: Kompletter Suchterm bei IEEE Xplore

In der Datenbank Pubmed konnte der Suchterm, wie oben genannt angewendet werden.

Die Suche ergab insgesamt 1818 Ergebnisse, welche von 33 Duplikaten bereinigt anschließend nach Titel und Abstract ein- oder ausgeschlossen wurden. Eingeschlossen werden sollten konkret beschriebene oder ableitbare nachbarschaftliche Dienstleistungen sowie Umfragen oder Interviews zur sozialen Teilhabe und Erkenntnisse zur Beziehung von Bewohnern mit ihrem nachbarschaftlichen Umfeld. Ausgeschlossen wurden entsprechend Publikationen ohne oder eine auf spezielle Personengruppen beschränkte Nachbarschaftsdienstleistung sowie breiter gefasste, gesellschaftliche Publikationen. Aus den hieraus gefilterten 59 Publikationen konnten weitere thematisch relevante Suchbegriffe extrahiert werden. Hiermit erfolgte eine zweite Suche in den Datenbanken IEEE Xplore, Medline (via Pubmed) und Scopus, aus der sich 536 und nach gleichartig durchgeführter Auswahl sechs weitere Publikationen ergaben. Zusätzlich brachte eine Rückwärtsreferenzsuche in den vormals eingeschlossenen 59 Arbeiten weitere neun relevant erscheinende Ergebnisse. Die hieraus entstandene Gesamtmenge von 74 Publikationen wurde im Volltext analysiert und nach Anwendung der Ein- und Ausschlusskriterien auf wiederum 59 Arbeiten reduziert. Den kompletten Suchverlauf zeigt Abb. 3.22.

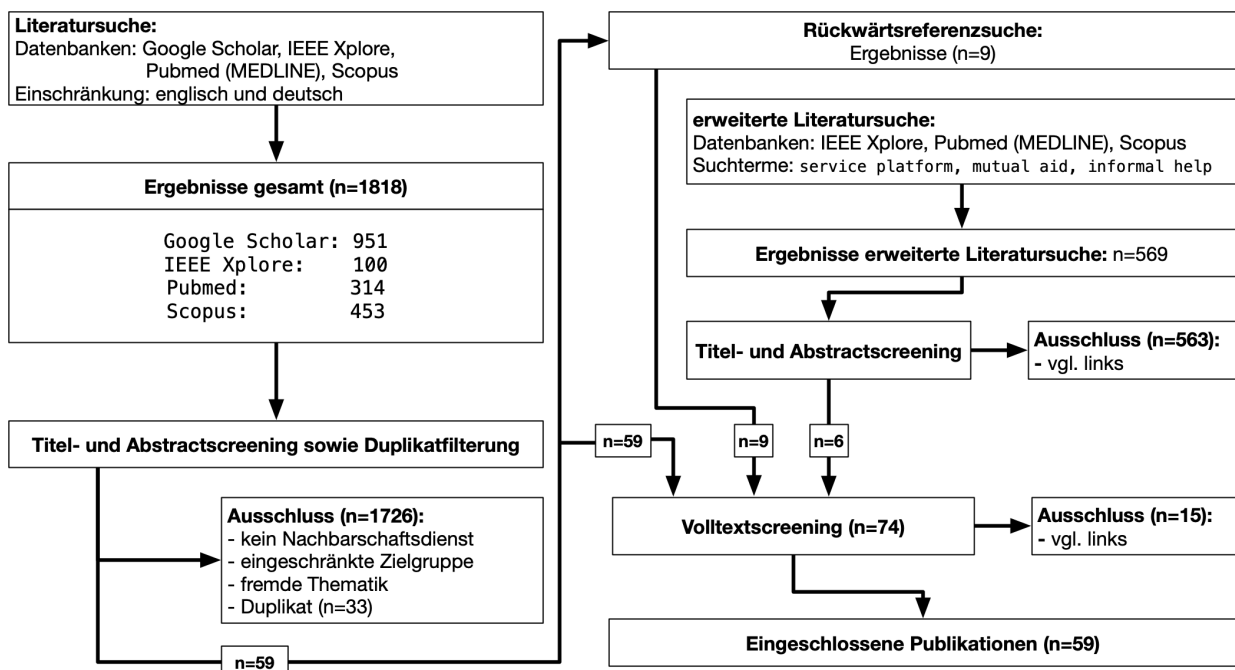


Abbildung 3.22.: Flussdiagramm zur Auswahl der Publikationen zur sozialen Teilhabe und Nachbarschaftsdiensten. (Quelle: eigene Darstellung)

Ergebnisse Die Strukturierung der zumeist mehreren beschriebenen Ansätze in den Publikationen erfolgt anhand von elf Kategorien:⁶

1. **Unterstützung außer Haus** beschreibt vor allem kurzzeitige, anlassbezogene Hilfe, durch Übernahme von Besorgungen (einkaufen, Bücher ausleihen, Früchte pflücken),

⁶Da die Ansätze häufig aus verschiedenen Aktivitäten kombiniert sind, dienen die Kategorien lediglich als Übersichtshilfe und sind weder disjunkt noch die Zuweisung der Ansätze abschließend.

Transportdiensten (Bewohner selbst oder Gegenstände) oder Hilfeleistungen (z.B. Verkehrsmittelnutzung).

2. **Unterstützung im Haus** umfasst wiederkehrende Aktivitäten, wie den Erhalt des Wohnraumes (Gardinen aufhängen, Matratzen wenden, etc), die Wartung, Reparatur oder Renovierung von Einrichtung, Geräten oder Kleidung, Haushaltstätigkeiten (Putzen, Waschen, Kochen, etc.) sowie anlassbezogene Unterstützung, beispielsweise bei Stromausfällen, beim Warten auf Handwerker oder dem Annehmen von Paketen.
3. **Unterstützung in der Hausumgebung** betrifft im Wesentlichen die außerhäusliche aber ortsgebundene Hilfe, beispielsweise durch Haus- und Gartenpflege oder konkrete, mitunter langfristige Vorgänge, wie den Anbau von Gemüse oder Räum- und Streuarbeiten im Winter.
4. **Arbeiten am Haus** sind - in Abgrenzung zu Arbeiten in der Hausumgebung - direkt auf das Haus an sich bezogen. Hierzu zählen die äußeren Veränderungen, Reparaturen, Putzarbeiten oder Dekoration.
5. **Bezug zum eigenen Beruf** stellen Unterstützungsleistungen her, welche direkt durch Fachwissen des Bewohners erbracht oder vermittelt werden können. Entsprechend der Vielzahl an Fachrichtungen reichen die dargestellten Ansätze hier von Elektronik- und Computerhilfen über Beratungen zu Gesundheit, Finanzen, Recht, etc. bis hin zu konkreten Aufgaben, wie dem Leisten seelischen Beistandes, Frisieren oder Sanitär- und KFZ-arbeiten, usw.
6. **Zwischenmenschliche Dienste** adressieren längerfristige, bilaterale Übereinkünfte, wie die regelmäßige Kinderbetreuung, das Verleihen von Geld oder Pflegen von Pflanzen/Tieren sowie die Haus- oder Haushaltsungebundene Hilfeleistung zwischen zwei Bewohnern, wie den Verkauf von Gegenständen, dem Aushelfen mit Material oder Nahrungsmitteln und dem Zugänglichmachen von Geräten (z.B. Telefon, Computer, etc.).
7. **Pflegedienste** umfassen Hilfeleistungen, die in der Regel durch Angehörige erbracht werden und sich auf Aktivitäten des täglichen Lebens beziehen. Hierzu gehören Hygiene, Pflege des Erscheinungsbildes, Kochen, Essen, Medikamenteneinnahme oder Gestaltung von Freizeit. Insbesondere bei informeller Distanzpflege kommen Kontrollanrufe oder -besuche hinzu.
8. **Soziale Aktivitäten** finden in Gruppen in der Nachbarschaft statt und beziehen sich vor allem auf Freizeitaktivitäten. Dies beinhaltet die Organisation von wiederkehrenden Festen, Ausflügen oder Workshops, den Besuch oder die Vorstellung neuer Nachbarn, gemeinsames Essen oder das kurzzeitige Gewähren von Unterkunft.
9. **Persönliche Hilfe** zeichnet sich durch eine stärkere Vertrauensbasis zwischen den Akteuren aus, die in dieser Kategorie nicht in regulärer Pflegebeziehung stehen. Dies umfasst Hilfe bei Trauerphasen, psychischen Belastungen, Situationen des Lebenswandels oder bei Krankheit.
10. **Wissenstransfer** beinhaltet die Organisation von Nachhilfe, Kurse oder Einzelunterricht durch Externe Leistungserbringer.
11. **Dienste für die Nachbarschaft** bilden den Zirkelschluss, da sie die Verwaltung der Nachbarschaft selbst sowie in ihr erbrachte Dienste und Aktivitäten betreffen.

Aus den betrachteten Publikationen lassen sich einige generelle Aussagen ableiten. So ist sozialer Zusammenhalt einer der wichtigsten Gründe für die Wahl der Wohnumgebung [325]. Die Länge der Wohndauer ist dabei ein signifikant positiver Einflussfaktor auf die soziale Integration, welche von Vitman et al. aus verschiedenen Faktoren operationalisiert wurde, um diesen Zusammenhang zu zeigen [326, S. 181]. Die hieraus hervorgehenden sozialen Beziehungen in der Nachbarschaft wiederum, wirken sich signifikant positiv auf die mentale Gesundheit aus. Die konnten Ziersch et al. in [20] zeigen, ebenso wie den signifikant positiven Zusammenhang von gefühlter Sicherheit und mentaler sowie physischer Gesundheit. Eine Verstärkung und Motivation zur sozialen Interaktion können einzunehmende Rollen bewirken [314]. Im Vergleich von computerunterstützten (online) und konventionellen (offline) sozialen Netzwerken gestalten sich diese Rollen unterschiedlich. Während offline explizite, praktische Rollendefinitionen in den Nachbarschaftsnetzwerken existieren - beispielsweise der Schatzmeister, Organisator oder Gärtner - finden sich Rollen online eher implizit und sind meist durch passive Beobachtung geprägt [314]. Auch haben online Netzwerke eher verstärkende, als induzierende Wirkung [327].

Eine gesunde soziale Gemeinschaft definieren die Bewohner als eine, in der man gekannt wird, man sich physisch treffen kann, die überschaubar ist und in der sich jemand um einen sorgt [314, S. 2024]. Nötig hierfür sind vor allem die Möglichkeit zu informellen Treffen auf der Straße, jedoch auch Raum für formelle, aktiv angestrebte Zusammenkünfte in Nachbarschaftszentren oder Cafés [316]. Hierzu gehört auch die Möglichkeit in der Nachbarschaft eine soziale und funktionale Rolle einnehmen zu können. Das Management des aktiven Nachbarschaftsnetzwerkes oder Quartiers kann nur durch eine hierfür zuständige Arbeitsstelle erledigt werden. Die Selbstorganisation des Netzwerkes ist unwahrscheinlich [325,328,329], kann jedoch durch technische Assistenzsysteme, wie Austauschplattformen [316,330,331] unterstützt werden, sofern deren Benutzbarkeit (vgl. Abs. 3.2.3.2 und [332]) gegeben ist. Strukturell müssen alle Altersgruppen in der Nachbarschaft sichtbar sein, um Altersdiskriminierung zu verhindern und funktionale Reziprozität sowie Nachhaltigkeit sicherzustellen [326,333].

Die Grenzen beschriebener Ansätze finden sich vor allem in der möglichen Anzahl computergestützter Akteure in der Netzwerkunterstützung. Das Erstellen eines Anwendungssystems alleine, ist häufig nicht zufriedenstellend [332]. Unbegleitete online Systeme ohne Bezug zu realen Personen aus dem Umfeld wirken fiktional und wenig greifbar:

“They are nearer to being characters in a book... in the way that you relate to characters in a book, you relate to characters you know only via the internet. (Iris)” [314, S. 2025]

Sind informelle Nachbarschaftsnetzwerke selbsttragend, können sie in Bezug auf Finanzen, Nachhaltigkeit und Gesundheit der Akteure instabil sein [329]. Subsidiäre und reziproke Unterstützungsleistungen sind begrenzt [321]. Aus beiden Fakten folgt, dass es einen institutionellen oder staatlichen Rahmen für die Arbeit des Nachbarschaftsnetzwerkes geben muss. Abschließend ist der Einfluss der sozialen Integration als Faktor auf die Lebensqualität möglicherweise gering. Ausschlaggebend sind vor allem funktionale und physische Faktoren,

wie ADLs (Aktivitäten des täglichen Lebens, engl. “Activities of daily Living”, ADL), Wohnraumgröße und Lage der Nachbarschaft [334,335].

Konkrete Lösungsansätze adressieren die o.g. Anforderungen. Gonyea et al. [334] und Greenfield et al. [329] beschreiben u.a. die Einrichtung einer Kontaktstelle für Fragen und Hilfeersuchen in der Nachbarschaft. Eine ähnliche Funktionalität, jedoch unterstützt durch ein Anwendungssystem beschreiben die Publikationen [330–332,336–339]. Ziel ist hierbei immer das Zusammenführen von Angebot und Nachfrage nachbarschaftlicher Dienst- und Hilfeleistungen. Schmeier et al. nutzen in [336–338] eine niedrigschwellige Sprachsteuerung. Keines der beschriebenen Anwendungssysteme wurde jedoch im realen Einsatz evaluiert. Gonyea et al. berichten in [334] über das Arrangieren regelmäßiger Besuche bei Nachbarn sowie über die Organisation von Bewohnerforen, Workshops und Informationsveranstaltungen. Die primären Outcome-Parameter Stress, Einsamkeit und Depressivität konnten jedoch nicht signifikant reduziert werden. Im Umgang mit online Netzwerken schlagen Cornejo et al. sogenannte *Proxies* vor. Gemeint sind hier Vertrauenspersonen, ggf. aus der Nachbarschaft selbst, welche den Bewohnern im Umgang mit Onlinenetzwerken zur Seite stehen [340]. In einer eigenen Implementierung stellen die Autoren einen digitalen Bilderrahmen vor, der durch Anzeige von Bildern der Familie eine *ambient awareness* (dt. etwa “allzeitige Präsenz”) der Angehörigen schafft. Die Bilder selbst werden aus den sozialen Onlinenetzwerken extrahiert, in denen die Familienmitglieder aktiv sind.

Etwas umfassendere Ansätze stellen die Konzepte der NORCs (engl. “Naturally Occurring Retirement Community”, dt. etwa “natürlich gewachsene Seniorengemeinschaft”) und Villages (dt. “Dörfer”) dar. Sie werden in [325,328,329,341,342] beschrieben und verglichen. Setting beider Ansätze sind spezifisch für Ältere angepasste Quartiere mit einem Netzwerk aus Dienstleistungen, welches durch zentral agierendes Personal für Sozialmanagement zugänglich gemacht wird. Während NORCs ein zuerst deskriptives Phänomen waren, werden inzwischen Villages aktiv konstruiert. Infolgedessen haben letztere eine schmalere soziodemographische Struktur von vorwiegend gebildeten, weißen, allein lebenden Älteren [329]. In einer großen Zahl von Realisierungen der Konzepte konnten bei beiden Ansätzen eine Reduktion von Einsamkeit, die Steigerung der Anzahl sozialer Kontakte, die Vereinfachung der Haushaltsführung sowie eine verbesserte Zugänglichkeit von Informationen gezeigt werden. Als Ursprung des Gedankens, die Bildung der generationenübergreifenden Gemeinschaft selbst als Intervention zu betrachten (engl. “Intergenerational Community as Intervention”, ICI), berichten Eheart et al. in [333] von ebenjener etablierten Gemeinschaft. Die altersübergreifende Struktur konnte hier eine nachhaltige Balance zwischen Hilfeempfänger und -geber erzeugen.

Zusammenfassend ist die Wohnung, im Sinne des sozialen Integrators eher als passives Assistenzsystem relevant. Im Lichte der bisher realisierten Anwendungssysteme kann sie vornehmlich fehlende soziale Integration delektieren und als Datenquelle dienen. Einzelne Unterstützungsleistungen, wie die beschriebenen Austauschplattformen oder Anwendungssysteme für *ambient awareness*, können in Prozesse integriert werden, sind jedoch als alleiniges Instrument noch zu wenig evaluiert. Konkrete Interventionen sind daher durch Organisationen bzw. menschliche Akteure vorzunehmen.

Wohn-Pflege-Gemeinschaft Alsterplatz Im Rahmen des Projektes “Gemeinsames Wohnen am Alsterplatz” der Nibelungen Wohnbau GmbH (vgl. Anhang C.1) entstehen mehrere Neubauten in der Weststadt Braunschweigs mit insgesamt 219 Wohneinheiten. Teil eines Gebäudes ist eine ambulant betreute Wohn-Pflegegemeinschaft für acht Bewohner mit gemeinsamem Küchen- und Wohnbereich sowie einem Dachgarten. Dieser verbindet die Wohn-Pflegegemeinschaft mit den gegenüber befindlichen Gemeinschaftswohnungen eines hierfür eingerichteten Bewohnervereins. Die Bewohner der bis zu 15 Wohneinheiten haben ebenfalls einen Gemeinschaftsbereich, der an den Dachgarten grenzt. Ziel der, auf Partizipation ausgerichteten, Wohnformen ist die Förderung gegenseitiger Hilfestellung und die soziale Teilhabe im Quartier. Eine eigens hierfür zuständige Fachkraft für Sozialmanagement leistet die nötige Organisations- und Unterstützungsarbeit. Ferner wird ein ehrenamtliches Engagement der, im Bewohnerverein organisierten Mieter zur Unterstützung der Wohn-Pflegegemeinschaft angestrebt. Insbesondere die gemeinschaftlich genutzten Räumlichkeiten und der verbindende Dachgarten sollen dies befördern.

Grundsätzlich sind alle Wohneinheiten für den Einsatz des Gebäudeautomatisierungssystems BASIS (vgl. Abs. 4.1) vorgerüstet. Hierdurch können technische Assistenzsysteme zur Erfüllung möglicher Rollen der Wohnung Anwendung finden. Aktuell sind folgende Geräte geplant:

1. **Fest verbaute Geräte** (ambiente Sensorik/Aktorik): Beleuchtung, Schalter, Steckdosen, Bewegungsmelder, Tür/Fensterkontakte, Herd-Relais, Lichtmengensensor, Nachtlichter, Türgong, Temperatur/Feuchtigkeitssensor, Lichtschranken, flüchtige Gase (VOC), Abluft mit Steuerung, Ventile und Raum-Thermostate (Heizungssteuerung), Rollostuerung
2. **Optionale Zusatzgeräte** (steckbar): Waage (Gewicht), Schlafsensoren (Schlafdauer, -qualität, Puls, Atemfrequenz)

Der primäre Fokus liegt auf der Unterstützung der manuellen Betreuungsleistungen. Die technischen Möglichkeiten und ihre Auswirkungen können sich erst nach Durchführung des Projektes zeigen.

3.2.7.4. Diskussion

Die im wesentliche theoretische Herauslösung möglicher sozialer Integrationsansätze durch unterstützende Handlungen der Wohnung in ihrer Rolle als sozialer Integrator spiegelt den Stand der Literatur wider. Die Prägnanz der Thematik zeigt sich auch in dem signifikant positiven Zusammenhang von Nachbarschaftsbeziehungen und mentaler Gesundheit [20]. Soziale Integration wird jedoch zumeist eher als Outcome Parameter betrachtet, wenn Interventionen auf primäre Gesundheitsaspekte, wie Mobilität oder physische Gesundheit abzielen [326]. Dies betrifft also eher die Erwartungen im Rahmen anderer Rollen. Selbst die Definition sozialer Integration, sowie entsprechend instrumentalisierbare Maße sind nicht einheitlich. Die Messmethoden reichen von der Kombination mehrerer, teilweise standardisierter, validierter Scores (z.B. bei Vitman et al. in [326]), über selbst definierte Maße, wie bei Morita et al. in [317], bis hin zu Maßen aus komplexeren Netzwerkanalysen [343]. Ein standardisiertes Instrument zum Scoring sozialer Integration, welches in mehreren Publikationen Anwendung findet, existiert offenbar nicht.

Ein maßgebliches Problem in der Definition einer objektiven Messmethode für soziale Integration scheint die stark ausgeprägte Stichprobenverzerrung (engl. “selection bias”) zu sein. So werden

Angebote häufig von einer ganz bestimmten Zielgruppe wahrgenommen, die der Intervention mit dem Ziel sozialer Integration ohnehin positiv gegenüber eingestimmt sind [344, S. 397]. Eine Herausforderung besteht hier in der initialen Überzeugung, die Angebote überhaupt wahrzunehmen. Insofern wird das allein teilweise als positives Ergebnis interpretiert, wenngleich der entsprechende Bias sich ja hier begünstigend auswirkt und es zu einem unzulässigen Zirkelschluss käme.

Wird soziale Integration durch Einsatz eines technischen Assistenzsystems direkt adressiert, findet häufig keine oder nur eine auf technische Machbarkeit ausgerichtete Evaluation des Ansatzes statt [330–332,336,339]. Hieraus lassen sich also keine Aussagen bezüglich der Wirksamkeit oder des Nutzens in Bezug auf die Soziale Integration ziehen. Lediglich Benutzbarkeit oder zumindest Bedienbarkeit stehen explizit im Fokus. Im Lichte der fehlenden Messmethode für soziale Integration, entspricht dies jedoch den Erwartungen. Dabei können Daten aus der Benutzung der Assistenzsysteme selbst aussagekräftig über Sozialstruktur und soziale Integration sein [343].

Eine gesellschaftliche Dimension ergibt sich durch den demographischen Wandel. Eheart et al. ziehen aus der Untersuchung einer Reihe von Gemeinschaften den Schluss, dass eine gewisse Überalterung hilfreich sein kann. Bezogen auf die älteren Personen als “Geber” oder “Resource”, sei ein optimales Verhältnis etwa 3,5 Seniorenhaushalte auf einen jüngeren Familienhaushalt [333, S. 50]. Soziale Integration und die Nachbarschaft als Resource, sind also bedenkenswerte Faktoren bei der Gestaltung von Quartieren und Stadtteilen. Stadtübergreifend müssen informelle Nachbarschaftshilfen - potentiell gegen Bezahlung oder Vergünstigung - auch institutionell und staatlich anerkannt und nicht, beispielsweise durch Einstufung als Schwarzarbeit [345], stigmatisiert werden.

3.2.7.5. Einbindung in Versorgungsprozesse und weitere Rollen

Entsprechend der identifizierten Natur sozialer Integration handelt die Wohnung in der Erfüllung ihrer Rolle maximal als unterstützend aktiver, zumeist jedoch rein passiver Akteur. Die Einbindung in die Versorgung lässt sich, ähnlich der Wohnung als Informationsquelle (vgl. Abs. 3.2.3), auf die Bereitstellung von Informationen und das Einleiten einer Eskalationskette, bei Identifikation defizitärer soziale Integration reduzieren. Alle weiteren Hilfs- und Unterstützungsaktivitäten adressieren nur indirekt erwartbare Ergebnisse eines Akteurs des Gesundheitssystems. So kann die Nutzung eines, in der Wohnung realisierten Anwendungssystems zum Austausch nachbarschaftlicher Unterstützungsleistungen zu einer stärkeren Bindung der Nachbarschaftsbeziehung und in der Folge zu einer besseren mentalen Gesundheit führen, allerdings ist dieser Zusammenhang bisher rein hypothetisch, sehr indirekt und als versorgungstechnisches Instrument nicht evaluiert.

Einzuleitende Eskalationsketten bedürfen vor allem einer bereits bestehenden organisatorischen Einbindung, beispielsweise durch ein bestehendes ambulantes Pflegeverhältnis oder eine bereits bestehende Nachbarschaftsbeziehung. Relevante Akteure der Versorgungsprozesse sind ambulante (psychiatrische) Pflegedienste, ambulante Ärzte, Sozialdienste, Nachbarschafts- und Bewohnervereine sowie informell tätige Verwandte, Bekannte und Nachbarn. Die technische Umsetzung lässt sich durch Projekte, wie BASIS (vgl. Abs. 4.1) oder MoCaB (vgl. Abs. 4.2) gestalten. Erste Schritte der Eskalation an den Bewohner selbst, folgen den Anforderungen der Wohnung als Informationsquelle und ihren entsprechenden Realisierungsmöglichkeiten.

Zur erwartungskonformen Ausübung der Rollenhandlungen sind vor allem Informationen über den Bewohner und sein Verhalten notwendig. Die Identifikation kritischer Situation erfolgt als Handlung der Wohnung im Rahmen ihrer Rolle als EUS (vgl. Abs. 3.2.4) oder als diagnostisches Instrument (vgl. Abs. 3.2.5). Ähnlich wie in allen anderen Rollen, sind die Rollenhandlungen als Messinstrument, Datenspeicher und Informationsquelle ebenso grundlegende Voraussetzung. Spätestens bei Eskalation über die Grenzen der Wohnung hinaus sind die Kompetenzen standardisierter, kontrollierter Informationsweitergabe relevant.

Eine parallele Beziehung besteht zur Wohnung als Forschungssystem (vgl. Abs. 3.2.11), da die unzureichend standardisierte Untersuchung sozialer Integration auf die Handlungen der Wohnung in dieser Rolle angewiesen sind. Insbesondere im Bereich instrumentalisierbarer Maße zur Bewertung sozialer Integration besteht hier Bedarf.

3.2.8. Die Wohnung als Präventionsinstrument

Assistierende Gesundheitstechnologien verfolgen unter anderem das Ziel der Erhaltung des Gesundheitszustandes [43, S. 77], was - entgegen anderer betrachteter Prozesse - eine präventive Herangehensweise zur Verhinderung des Notwendigwerdens medizinischen Handelns erfordert. Betrachtet man den Zustand des gesund Seins, über die Abwesenheit von Krankheit hinaus, als komplexes Wohlbefinden (in der Originalliteratur "well-being") aus verschiedenen physisch-funktionalen, seelischen und mentalen Dimensionen [11–13], lässt sich für AGT die Notwendigkeit von Handlungen in den Bereichen physischer, funktionaler und mentaler Konstitution des Patienten oder Bewohners ableiten. Einer potentiellen Verschlechterung muss also mit präventiven Maßnahmen entgegen gewirkt werden. So kann beispielsweise eine Beobachtung und positive Beeinflussung des Schlafverhaltens die Wahrscheinlichkeit für negative Folgeerscheinungen in anderen Gesundheitsdimensionen reduzieren [346,347]. Ähnliches lässt sich auf Bereiche, wie Ernährung, Aktivität oder soziale Interaktion übertragen.

Das folgende Kapitel beschreibt die Wohnung in ihrer Rolle als Präventionsinstrument, durch das zielgerichtete Monitoring und angepasstes Intervenieren bei spezifischen Verhaltensweisen. Der Untersuchungsmethodik folgend, dient die Rollenanalyse als Grundlage für die Erarbeitung rollenspezifischer Anforderungen. Die mögliche Realisierung wird anhand eines Sensors zum Schlaf-Monitoring in BASIS, sowie einem Konzept für einen technischen Verhaltens-Coach gezeigt.

3.2.8.1. Rollenanalyse

In der Analyse der betrachteten Prozesse ist die Prävention, als unmittelbare Aktivität, lediglich in der eher abstrakt dargestellten "bürgerlichen Perspektive" nach Bergmann (vgl. *Gesundheit wahren* in Abs. 2.1.3.1 aus [83]) zu finden. Die hier formulierte Erwartung, die Gesundheit zu erhalten, lässt sich in der Methodik der Rollenanalyse als statisches Zielattribut der Haltung interpretieren. Die normbildenden Verantwortlichkeiten drücken hierbei die Spezifika der Prävention aus. So erfordert der erwartete Erhalt der Gesundheit auch präventive Maßnahmen, um einer Verschlechterung entgegenzuwirken. Ausgehend von der zugrundeliegenden mehrdimensionalen Betrachtung von Wohlbefinden [11–13,318], zielen die Handlungen des dynamischen Anteils des Rollenmetamodells nicht nur auf den rein funktionalen oder physischen Erhalt der Gesundheit ab, sondern adressieren als Produkt unter anderem auch die mentale, psychische und soziale Gesundheit.

Ein weiteres Modell, welches die Prävention behandelt sind die Gruppen in der Gesundheitstechnologiebewertung (vgl. Abs. 2.1.6). Sie sind im Rollenmetamodell eher als situativer oder Kompetenz-Kontext zu interpretieren und beschreiben daher die Ableitung entsprechender Handlungen von der dynamischen Seite der Rollenbeschreibung. Aus der Definition als “Technologie [die] [...] vor Krankheiten [schützt], indem sie ihr Auftreten verhindert” (aus dem engl. [87, Abs. A2]), lässt sich eine klare präventive Funktion und damit Erwartung herauslesen. Die Ableitung der Handlung ist trivial, nämlich die Anwendung der entsprechenden Technologie. Durch die dynamische Rollenperspektive verändern sich lediglich Teile des situativen Kontext, wie Ort und Zeit der Handlung. Die Anforderungen für die Handlung - den Einsatz der Technologie - lassen sich also einerseits ablesen und müssen in Bezug auf die veränderlichen kontextuellen Attribute andererseits erst definiert werden.

Hieraus leitet sich die Rolle der Wohnung als Präventionsinstrument also wie folgt ab. Primäre Erwartung - als statischer Anteil der Rollendefinition - ist der Erhalt des Gesundheitszustandes, definiert durch den aktuellen Grad an Gesundheit in allen beschriebenen Dimensionen. Durch Rollenübernahme ergeben sich nötige Handlungen, deren situativer und kompetenzieller Kontext die Anforderungen beschreiben. Der mehrdimensionale Gesundheitszustand, das Wohlbefinden, ist zu beobachten und zu bewerten. Potentiell schadhaftes Verhalten soll vermindert oder verhindert werden. Hierbei sind die Zugänglichkeit und Benutzbarkeit und - daraus abgeleitet - die inhaltliche Flexibilität und Adaptierbarkeit zu beachten. Schlussendlich sollten alle präventiven Handlungen im Kontext einer übergeordneten Bedeutung stehen, um die Adhärenz zu verbessern.

3.2.8.2. Anforderungen

Gesundheitsmonitoring Die Abschätzung von Folgen eines bestimmten Verhaltens kann durch zwei Strategien erfolgen. Eine Möglichkeit ist die kontinuierliche Beobachtung relevanter medizinischer Parameter, die validierte Indikatoren für das Eintreten einer Gesundheitseinschränkung sind. Dies bezieht sich auf alle betrachteten Dimensionen, umfasst also auch soziale, seelische oder mentale Defizite. Im intrapersonellen⁷, longitudinalen Vergleich kann eine Aussage über die Entwicklung der Gesundheitsindikatoren getroffen werden. Nach Auswertung der Projektion der Indikatorentwicklung in die Zukunft kann ein Hinweis auf eine möglicherweise eintretendes Problem erfolgen. So ist der Anstieg des Gewichtes bei gleichzeitiger Abnahme von Aktivität ein Indikator für ein sich entwickelndes Übergewicht, was Inhalt einer Intervention, beispielsweise einer Nachricht sein kann. Ziel der Intervention ist die Induzierung einer Verhaltensänderung, wie auch bei der zweiten möglichen Strategie. Sie adressiert das Monitoring von kompletten Verhaltensweisen, die bei weiterer Fortführung einen unerwünschten Effekt auslösen würden. Als Verhaltensweisen können hier einfache Konzepte, wie Schlafdauer aber auch komplexere Aggregationen, wie Tagesrhythmen oder Essgewohnheiten herangezogen werden.

Neben der intrapersonellen, longitudinalen Monitoringkomponente beider Strategien bedarf es in-

⁷Intra- und interpersonell meint hier patientenzentriert und patientenübergreifend. Beide Begriffe implizieren jedoch im Sprachgebrauch das Vorliegen eines Behandlungsverhältnisses nach Vorliegen einer Diagnose. Da der primäre Fokus dieser Rollenbetrachtung die Prävention, also Handlungen *vor* Eintreten einer Diagnose ist und die betrachteten Personen im Kontext Wohnung eher Bewohner als Patienten sind, sind die Begriffe intra- und interpersonell hier treffender, wenngleich möglicherweise etwas unüblich.

terpersonell validierter Referenzwerte, welche die Schädlichkeit bestimmter Gesundheitsparameter oder Verhaltensweisen belegen. Sie dienen sowohl als Entscheidungsgrundlage zur Intervention der Wohnung oder des technischen Assistenzsystems als auch zur Unterstützung oder Motivation der Herbeiführung einer Verhaltensänderung (vgl. Abs. 3.2.8.2). Hieraus wird deutlich, dass Grundlage der Unterbindung negativen oder Verstärkung positiven Verhaltens das Wissen über das Verhalten selbst ist - Wissen des Bewohners einerseits und des Präventionssystems Wohnung andererseits.

Für die Ausübung der Rolle der Wohnung als Präventionsinstrument muss mindestens eine der Strategien realisierbar und die entsprechenden Möglichkeiten zur Rückmeldung gegeben sein.

Induzierung von Verhaltensänderungen Geht man davon aus, dass bestimmte Gesundheitseinschränkungen durch ein angepasstes Verhalten verhindert oder bestehende Einschränkungen abgemildert werden können, kann in Bezug auf diese Ziele von gutem (förderndem) und schlechten (zu verhinderndem) Verhalten gesprochen werden [348]. Um die Verhaltensänderung, hin zu einem erwünschten Verhalten mit positiven gesundheitlichen Effekten zu erreichen, gibt es eine Reihe von möglichen Handlungen. Sie reichen von der Darstellung genereller Informationen über Konsequenzen bestimmten Verhaltens, über das Setzen von Zielen und Belohnungen bis hin zu komplexen Selbstbeobachtungs- oder Umerziehungstrategien. Michie et al. definieren in der CALO-RE Taxonomie [349] einen Katalog von 40 Indexbegriffen mit entsprechenden Definitionen zur Spezifikation von Interventionen im Bereich der Veränderung gesundheitsspezifischen Verhaltens. Diese können genutzt werden, um bereits erfolgte Interventionen zu spezifizieren, weniger jedoch, um neue Interventionen zu planen, da die beschriebenen Konzepte eher kleinteilige Aktivitäten beschreiben.

Komplexere Strategien zur Veränderung von Verhalten bedienen sich Techniken der systematischen Verhaltensprädiktion und adressieren die Veränderung einzelner Parameter, um das sich ergebende Gesamtverhalten zu beeinflussen. Der Ansatz von Yzer basiert auf dem integrativen Modell der Verhaltensprädiktion (aus dem engl. "The Integrative Model Of Behavioral Prediction", vgl. [350]). Er folgt der Grundannahme, dass begründbar gutes Verhalten beibehalten und schlechtes Verhalten abgelegt wird. Die Entscheidung, ob ein Verhalten gut oder schlecht ist, lässt sich dabei nur begrenzt durch eine externe Vorgabe beeinflussen. Das reine Setzen eines Ziels (engl. "goal setting", [349, S. 1489] Pkt. 5-6) kann eine Absicht induzieren, diese führt jedoch erst in Kombination mit persönlichen Fähigkeiten und einer passenden Umgebung zu tatsächlichem Verhalten. Die Absicht wiederum ist selbst beeinflusst von der Haltung, wahrgenommenen Regeln und subjektiver Selbstwirksamkeit (vgl. Abb. 3.23). Diese Komposition lehnt sich stark an die Theorie planbaren Verhaltens von Ajzen et al. an [351]. Soll das Verhalten verändert werden, muss eine Änderung der Einflussfaktoren erfolgen, hier also der Absicht, der Fähigkeiten oder Umgebung. Hieraus lässt sich ableiten, dass das Setzen persönlicher Ziele bei mangelnder Befähigung nicht zum gewünschten Verhalten führt.

Ein weiteres Verhaltensmodell ist das FBM (engl. "Fogg Behavior Model" [352]). Hiernach ist eine Verhaltensänderung durch Auslöser (engl. "trigger") möglich, wenn ein gewisses Level an Motivation existiert und die nötigen Fähigkeiten vorhanden sind. Im Umkehrschluss ist ein Auslöser (Nachricht, Anleitung, etc.) bei mangelnder Fähigkeit oder Motivation wirkungslos. Das FBM erklärt damit ebenso, dass das reine Setzen von Zielen nicht zu verändertem Verhalten führen

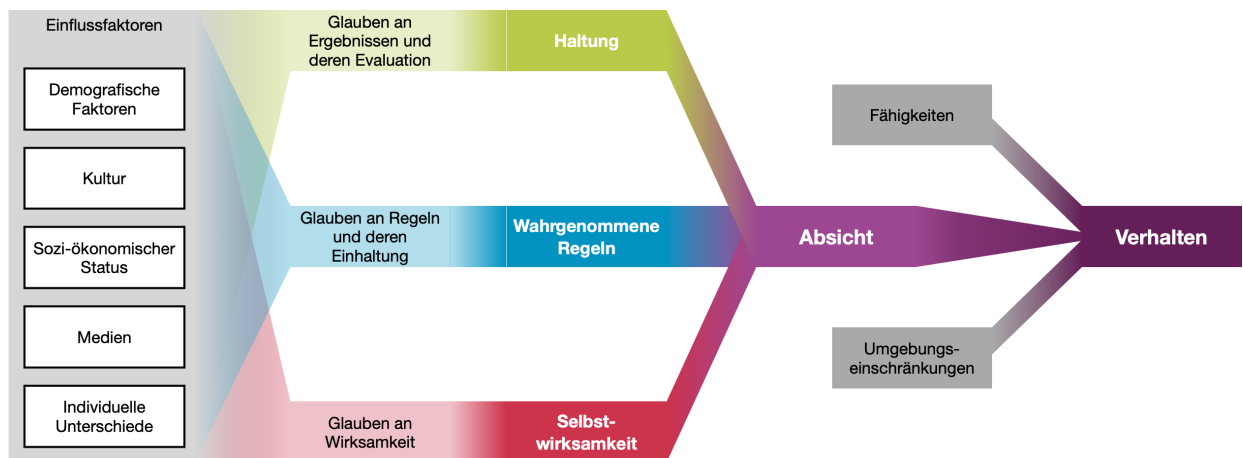


Abbildung 3.23.: Das integrative Modell der Verhaltensprädiktion (Quelle: Darstellung aus dem engl. “The Integrative Model Of Behavioral Prediction”, vgl. [350, S. 23], Fig. 2.1)

muss.

Eine weitere Herangehensweise ist die “Fun Theory”, welche eine Verhaltensänderung induziert, indem die präferierte Verhaltensoption durch den Einsatz künstlerischer oder technischer Mittel mehr Spaß machen soll. Ein Beispiel mit das Trennen von Müll mit einem amüsanten Mülltrenn-automaten oder das bemalen von Treffentufen, um sie attraktiver zu gestalten. Die Theorie geht zurück auf eine Initiative der Volkswagen AG [353] und kann eher als unterstützendes Element angewandt werden.

Vor allem an Vorbildern orientiert sich die “Social Cognitive Theory” (SCT) nach Bandura [354]. Hiernach erfolgt die Aneignung von Verhalten induziert durch Vorbilder, entweder persönlich oder aus (bewegten) Bildern. Texte sind weniger geeignet, da sie das Element der motivatorischen Verstärkung nur beding enthalten. Dies ist neben der reinen motorischen Reproduktion nötig, um die Aneignung der Verhaltensweisen erfolgreich abzuschließen. Der Erfolg der gewünschten Verhaltensadaption wird beeinflusst von den persönlichen Erwartungen, der subjektiven Selbst-wirksamkeit und der emotionalen Verbundenheit zum Vorbild. Um eine erfolgreiche Veränderung von Verhalten zu induzieren, sind also erneut die Einflussfaktoren zu adressieren, die eine geänderte Gesamtmotivation und in der Folge zu einer Überschreitung der agitativen Schwelle führt, sodass sich das Verhalten tatsächlich, entsprechend des Vorbildes ändert.

In der Betrachtung aller genannten Verfahren lässt sich herauslösen, dass eine erfolgreiche Verhaltensänderung einerseits die Absicht - eventuell induziert durch einen Auslöser - und andererseits den Kontext aus Fähigkeiten und Situation benötigt. Die Wohnung muss hier alle drei Endpunkte adressieren:

1. **Befähigung:** Die Wohnung soll durch die Weitergabe von Information und Wissen die Fähigkeiten des Bewohners in Bezug auf eine Verhaltensweise soweit schulen, dass er in die Lage versetzt wird die neue Verhaltensweise tatsächlich auszuführen.
2. **Situierung:** Die Wohnung soll durch eigenes Handeln oder durch Dritte in die Lage versetzt werden, dass neue Verhaltensweisen in ihr ausgeführt werden können. In Anlehnung an die

Kontextdefinition des Rollenmetamodells (vgl. Abs. 2.2.1), bedeutet dies die Bereitstellung relevanter Objekte und entsprechender Materialien sowie die Wahl der richtigen Zeit und des richtigen Ortes.

3. **Anstoß:** Die Wohnung soll nach Sicherstellung der Voraussetzungen aus 1. und 2. die tatsächliche Verhaltensänderung anstoßen, sofern nicht die Eigeninitiative des Bewohners nach der Befähigung und Situierung bereits ausreichend war.

Zur Abgrenzung der Anforderung ist zu verdeutlichen, dass die Befähigung für komplexe Verhaltensänderungen nicht ausschließlich durch die Wohnung erfolgen kann. Neben externen Informationsquellen können hier auch Nachbarn, Familie, Freunde oder medizinisches und pflegerisches Personal als Multiplikatoren (sog. “warm experts”, vgl. Abs. 3.2.8.2) dienen. Ebenso ist die Situierung nicht allein durch Wohnungshandeln abbildbar. Relevante Materialien und Objekte müssen möglicherweise durch Dritte eingebracht werden.

Benutzbarkeit und Adaptierung Präventive Maßnahmen können in Bezug auf das Verhalten und die Physiologie des Bewohners sehr unterschiedlich ausgestaltet werden. Je nach identifiziertem potentiellen Defizit ist selbstständiges Handeln der Wohnung ausreichend oder es sind die Änderung komplexer Verhaltensweisen nötig. In jedem Fall muss eine entsprechende Intervention auf Benutzbarkeit und Zugänglichkeit sowie die Adaptierung an den Bewohner und Anwendungsfall ausgelegt sein.

In Bezug auf die Benutzbarkeit (engl. “usability” oder “ease of use” [355, S. 72]) gelten die gleichen Regeln, wie für die Wohnung als Informationsquelle (vgl. Abs. 3.2.3), da die Handlungen in der Rolle als Präventionsinstrument in der Regel auf die Kompetenzen der Wohnung als Informationsquelle zurück greifen werden. So muss beispielsweise das Setzen von Zielen, welche bestimmte Dimensionen des Wohlbefindens adressieren, mit einer konkreten Handlung verknüpft werden, um das konzeptuelle Modell der mehrdimensionalen Gesundheit zum Vorteil des Bewohners anwendbar zu machen. Gleichzeitig ist die Gestaltung der Nachricht in der Lage die Motivation oder Selbstwirksamkeit des Bewohners positiv zu beeinflussen (vgl. Abs. 3.2.3.2 und [356]). Inwiefern diese Gestaltung die gewünschte Wirkung erzielt, lässt sich nur teilweise verallgemeinern und muss demnach an den Bewohner angepasst werden.

In der Folge dieser nötigen Personalisierung muss die entsprechende Handlung der Wohnung in der Lage sein, die Intervention an den Bewohner und sein Verhalten zu adaptieren oder die Intervention durch den Bewohner adaptieren zu lassen (vgl. “ease of adaption”, [355, S. 115]).

Einbettung in ein größeres Ganzes Basiert das präventive Handeln auf der Verstärkung bestimmten Verhaltens, muss eine nachhaltige Kopplung der, durch den Bewohner wahrgenommenen Vorteile mit der Motivation das entsprechende Verhalten an den Tag zu legen erfolgen. Solch eine Verknüpfung kann durch die Einbettung des persönlichen Verhaltens in ein “größeres Ganzes” geschehen, wodurch es eine Bedeutung (engl. “meaning”) erhält [356].

Eine Möglichkeit ist das Aufbauen einer Vertrauensbeziehung zum technischen Assistenzsystem Wohnung (engl. “trust”). Hierdurch werden Hinweise der Wohnung als authentisch und glaubwürdig erachtet. Das tatsächliche Vertrauen ergibt sich dabei aus der gefühlten Zuverlässigkeit, der

gefühlten Verlässlichkeit und der gefühlten Kontrollierbarkeit des Assistenzsystems [355, S. 74]. Ist dieses Vertrauen etabliert, kann es als Basis für die Induzierung präventiver Verhaltensweisen dienen.

Die tiefere Integration in einen übergeordneten Kontext bietet eine situative Lernbeziehung (engl. „situated learning“, [196]), hier bezogen auf die Wohnung als Ort des Lernens und Verhaltens. Die Herangehensweise macht sich die soziale Integration des Wohnumfeldes zunutze, um die Adaption neuen Verhaltens als Lernziel zu forcieren. Dies geschieht vor allem durch die identitätsstiftenden Seiteneffekte in der Lernbeziehung eine Rolle zu spielen und bedient sich der gefühlten Verpflichtung aus sozialer Kopplungen, wodurch ein Gefühl der Bedeutung entsteht.

Einen ähnlich sozialen Fokus legt die Strategie des “warm expert” (dt. etwa “wohlwollender Experte”, [357, S. 99]) zugrunde. Hiernach lässt sich die Befähigung und Motivation durch einen Bekannten, Verwandten oder eine anderweitig sozial verbundene Person verstärken, indem das gewünschte Verhalten von der Person eingebracht, vorgelebt und durch die soziale Bindung aufrecht erhalten wird. Die Herangehensweise ähnelt der SCT (vgl. Abs. 3.2.8.2 und [354]) und nutzt für die, zur Nachhaltigkeit notwendigen Verstärkungs- und Motivationsprozesse die soziale Verbindung zum “warm expert”.

Lässt sich kein realer Kontext erzeugen, kann die Immersion in ein virtuelles Narrativ eine ähnliche Wirkung erzielen. Dies macht sich das Konzept der “Serious Games” (dt. “ernsthafte Spiele”, [358]) zunutze. Zumeist basierend auf der SCT (vgl. Abs. 3.2.8.2 und [354]), adressieren sie die Übertragung virtuell gelernten Verhaltens auf die Realität. Neben der reinen Befähigung zu einem bestimmten Verhalten ist das hier relevante Element die Stiftung einer Identität (engl. “identity”, [358, S. 402]), deren virtuelle Bedeutung das Spielverhältnis aufrecht und die Nachhaltigkeit in der Realität sicherstellen soll. Hinzu kommt die Komponente der Herausforderung und des Vergleiches. Sie beschreiben die von Yzer in [350, S. 24] definierten injunktiven und deskriptiven Normen, die die Fragen ausdrücken, “Wie denken andere über mein Verhalten?” und “Wie verhalten sich andere in meiner Situation?”.

Zusammenfassend muss die Wohnung die nachhaltige Verhaltensänderung durch die Stiftung von Bedeutung sicherstellen. Dies kann auf Beziehungsebene - sei es zum System Wohnung oder zu einer anderen Person - oder auf Bedeutungsebene geschehen.

3.2.8.3. Realisierung

BASIS Schlaf-Monitoring Schlafmangel ist ein massives medizinisches und sozi-ökonomisches Problem. Chronischer Schlafentzug bei weniger als 6 Stunden täglich erhöht das Mortalitätsrisiko um bis zu 13% über alle Todesursachen ([346], n~62.000). Riemann et al. zeigen in [359] ferner eine bidirektionale Korrelation von Schlafproblemen und Depression. Neben der Länge des Schlafes sind physiologische Parameter während des Schlafes, durch die Ruhephase des Körpers deskriptiv für eine Reihe von Herz-Kreislaufkrankungen. Eine Möglichkeit sowohl den Schlaf insgesamt, als auch ausgewählte körperbezogene Parameter während des Schlafes zu messen bietet der Murrata SCA10H [360], der durch einen 3-achsigen Beschleunigungssensor die vom Herzschlag erzeugten Rückstoß (engl. “ballisto-cardiogram”, BCG) am Bett misst. Hieraus extrapoliert der Sensor die Herzfrequenz (HR), die Respirationsrate (RR), das relative Schlagvolumen (SV), die Herzratenva-

riabilität (HRV) zusammen mit einer Aussage über die Signalstärke und Qualität. Der Sensor liegt als integrierbare Komponente vor und kann durch eine UART-Schnittstelle (Universal Asynchronous Receiver Transmitter) in eigene eingebettete Schaltungen integriert werden. Das folgende Kapitel zeigt die Einbindung des SCA10H in ein Busgerät des BASIS Projektes (vgl. Abs. 4.1) in einzelnen Aspekten. Den vollständigen Prozess beschreibt die Arbeit [361].

Hardwarespezifikation Der SCA10H benötigt eine Versorgungsspannung von 8 Volt und sendet Telegramme mit jeweils eine Byte für den Framestart, die Länge des Pakets und den Typ sowie zwei Bytes für eine typ-abhängige ID. Es folgen eine variable länge an Nutzdaten und eine CRC Prüfsumme. Verschiedene Modi ermöglichen unter anderem den Empfang der reinen Accelerometerdaten mit einer Frequenz von 1 kHz (“data logger”-Modus) oder den Empfang von bereits vorverarbeiteten Datenpaketen aus HR, RR, SV und HRV (BCG-Modus) mit einer Frequenz von 1Hz.

Der primäre Prozessor des in BASIS entwickelten Buskoppler ist der PIC16F88, der mit 5Volt betrieben und mit fertigen Betriebssystemfunktionen des BASIS-Projektes programmiert werden kann. Er bietet ebenfalls eine UART-Schnittstelle. Durch die begrenzte Datenrate auf dem Bus in BASIS von 9,6kBit/s kann der SCA10H nur im BCG-Modus betrieben werden und liefert selbst dann noch ca. 7% schneller Daten, als der Buskoppler getaktet ist. Um das Problem zu lösen, wurde ein weiterer PIC16F88 als Baudratenwandler eingesetzt. Bei einem Takt von 3,6864 MHz und versorgt mit 3,3V nimmt er die 230400 Baud des SCA10H auf, speichert sie zwischen und sendet sie mit 2400 Baud an den Koppler. Das ist möglich, da die Datenrate der Frames im BCG-Modus bei 1Hz zwar gering ist, durch die hohe Baudrate des SCA10H vom Software-UART des Koppler aber nicht abgefragt werden kann.

Das Platinenlayout ist für ein 58mm x 64mm großes IP68-Standardgehäuse optimiert, welches fest am Bett verschraubt werden kann [361, S. 24]. Die primären Elemente auf der Platine sind ein DCDC-Konverter für die 8V des SCA10H, der Sensor selbst und die Steckerbuchse für den Koppler (siehe Schaltplan in [361, S. 23]). Der SCA10H besitzt an der Unterseite nur einen Land-Grid-Ring und keine nach außen geführten Pins, weshalb er durch Reflow-Löten auf die Platine gebracht werden muss. Geklebte oder geklemmte Varianten mit Ball-Grid-Gegenstücken sind zu wenig steif und erzeugen Messungenauigkeiten.

Software Die Kommunikation des Buskopplers mit der gesteuerten Hardware wird in einem eigenen Softwaremodul für jedes Busgerät, der sog. Sonderfunktion ausgelagert. Sie übernimmt die Initialisierung des Kopplers und die Ansteuerung der angeschlossenen Hardware. In diesem Fall reicht sie empfangene Bustelegramme über den Baudratenwandler an den SCA10H weiter und erzeugt und versendet wiederum Telegramme aus den, in den Frames des Sensors enthaltenen Messwerten (HR, RR, SV, HRV). Hinzu kommt der Versand eines Hardwarestatus, welcher den Zustande des Sensors, die Datenqualität, laufende oder nötige Kalibrierungen sowie interne Fehler des SCA10H enthält.

Die Konfiguration der Bus-IDs und interner Einstellungen, wie der Ausrichtung des Sensors erfolgt über das SCANTool (vgl. Abb. 3.14 und [248]) in Form eines hierfür programmierten Konfigurationsplugins. Es erlaubt die Wahl der Sende IDs (Tx) für die HR, RR, das SV,

die HRV und den Hardwarestatus sowie die Empfangs ID (Rx) für Kommandos an den SCA10H. Das Plugin enthält ferner eine Kontrolloberfläche, welche die aktuellen Messwerte und den Hardwarestatus zeigt sowie für den Versand von Kommandos an den SCA10H - beispielsweise zum Start einer Kalibrierung - genutzt werden kann.

Integration und Grenzen Der Sensor wurde in Form von zwei Prototypen in den Demonstratorwohnungen des BASIS-Projektes angebracht und konnte erfolgreich mit dem Bus-System verbunden werden. Er ermöglicht das kontinuierliche Monitoring der entsprechenden physiologischen Parameter. Die Messwerte wurden stichprobenartig auf Plausibilität geprüft, jedoch nicht durch Vergleich mit einer geprüften Methode validiert. Die Aussage der Daten ist bis zum Abschluss eines geeigneten Prüfverfahrens also entsprechend einzuschränken.

In Bezug auf die Anforderung des Gesundheitsmonitoring lässt sich zumindest ein intrapersonelles longitudinales Monitoring realisieren. Bei Auftreten einer Auffälligkeit kann dann ein, mit validierten Messmethoden gestütztes diagnostisches Verfahren initiiert werden.

Healthy Habit Coach Konzept Die erfolgreiche Induzierung einer Verhaltensänderung zur präventiven Reduktion spezifischer Gesundheitsgefährdungen lässt sich durch eine Reihe von Konzepten erreichen. Grundlegende Voraussetzung - den identifizierten Anforderungen folgend - sind die Befähigung, Situierung und der Anstoß. Kernidee des Konzeptes des "Healthy Habit Coach" [362] ist ein Anwendungssystem, welches dem Nutzer Aktivitäten vorschlägt, sie beobachtet und bewertet, um sogenannte *gesunde Gewohnheiten* (engl. "healthy habits") zu etablieren.⁸

Architektur Die zentrale Komponente des Gesamtsystems (siehe Abb. 3.24) ist der *Coach*, der die Gewohnheiten des Benutzers durch personalisierte Aufgaben positiv beeinflussen soll. Diese können als reale Aktivitäten im Umfeld des Benutzers stattfinden oder in einer virtuellen Welt absolviert werden. Als Nutzerschnittstelle dienen einerseits ein Haustierroboter (hier beispielhaft der Aisoy1, [363]), zur Steuerung der realen Aufgaben sowie andererseits eine, auf mehreren Plattformen (Smartphone, Tablet, PC, Fernseher, etc.) verfügbare Software als Zugang zu einer virtuellen Welt, ähnlich eines Massen-Online-Gemeinschaftsspiels (engl. Massively Multiplayer Online Game, MMOG).

Die gestellten Aufgaben adressieren jeweils Kerndimensionen des Wohlbefindens [11–13] und sind auf die Situation und das Umfeld des Benutzers ausgerichtet. Die Adaptierung erfolgt durch die Auswertung von verschiedenen Datenquellen, wie beispielsweise Selbstauskünften, ambienter Sensorik oder (persönlichen) elektronischen Patientenakten. Ein maschinelles Lernverfahren trainiert ein Modell zur Auswahl von Aufgaben, welche spezifische, aktuell defizitäre Dimensionen des Wohlbefindens am besten adressieren. Hier fließt ebenso die Bewertung durch dem Nutzer nahestehende Personen - auch "warm experts" (vgl. Abs. 3.2.8.2 und [357, S. 99]) - mit ein. Insgesamt ergibt sich ein Regelkreis, der aus dem, durch die Auswirkungen erledigter Aufgaben veränderten Umfeld des Benutzers neue, personalisierte Aufgaben generiert.

⁸Das Konzept des "Healthy Habit Coach" wurde im Rahmen eines Antrages im Förderprogramm der Europäischen Kommission, Horizon 2020 auf den Call H2020-SC1-2016-2017 unter Beteiligung des Autors erarbeitet. Der Antrag bezog sich auf das Topic SC1-PM-15-2017 und hatte die Nummer 769683. Obwohl der Antrag keine Förderung erhielt, sollen die Konzepte hier als exemplarische Realisierungsmethodik dargestellt werden.

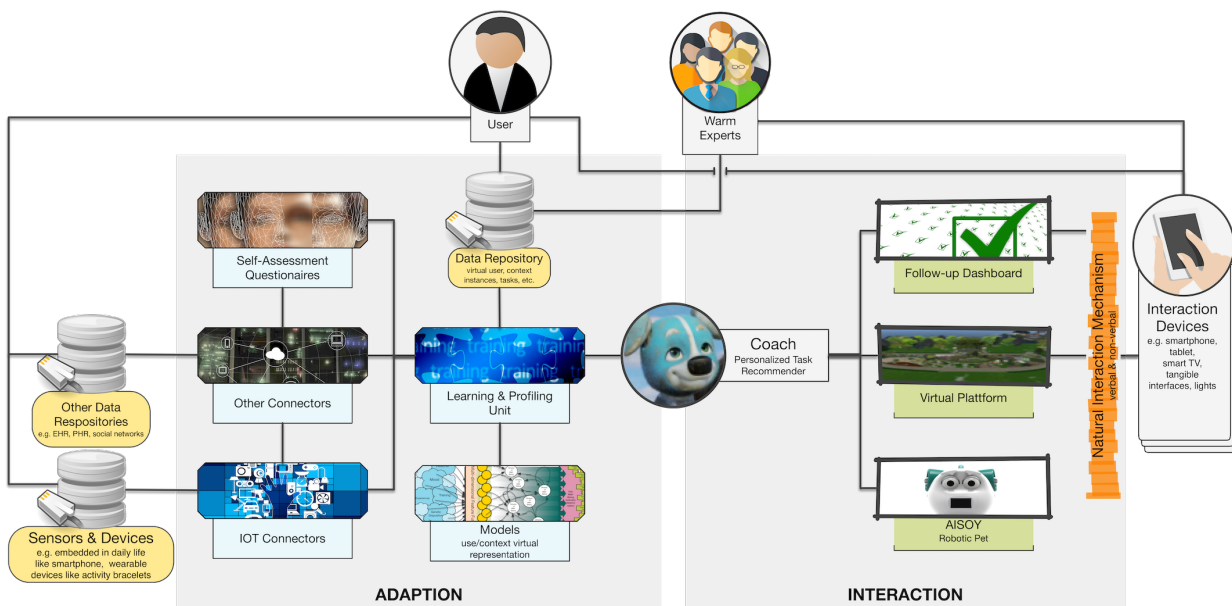


Abbildung 3.24.: Konzeptionelle Architektur und Referenzimplementierung (Quelle: eigene Darstellung aus [362, S. 43])

Gestaltung der Aufgaben Die Aufrechterhaltung der Motivation zur Erledigung der Aufgaben und einer hieraus erwachsenden Verhaltensänderung, hin zu den intendierten positiven Gewohnheiten spielt sowohl in der virtuellen wie auch realen Dimension des Konzeptes eine Rolle. Für beide muss das Komplexitätslevel einerseits zu bewältigen und andererseits nicht zu gering ausfallen. Dieser, als “flow channel” bezeichnete Bereich dient als Rahmen für die Komplexität der gestellten Aufgaben [364].

Eine weiterer Aspekt der Motivation ist die Einbettung in ein größeres Ganzes, zur Steigerung der Selbstwirksamkeit. Für reale Aufgaben aus dem Umfeld des Benutzers ergibt sich das Gefühl direkt aus dem Kontext. Um eine ähnliche Übertragbarkeit für virtuelle Aufgaben zu erreichen, werden diese an Echtweltprojekte (hier engl. “impact project”) gekoppelt, deren reale Aktivitäten somit als direkte Folge der erledigten Aufgabe wahrnehmbar sind. Solche Projekte können beispielsweise aus dem Bereich Umwelt-, Tierschutz oder Entwicklungshilfe kommen. Die zusammenhängende Wertschöpfungskette zur Abbildung realen Nutzens aus virtuellen Aufgaben zeigt Abb. 3.25, links).

Die Gestaltung realer Aufgaben variiert in Abhängigkeit des Benutzers, orientiert sich jedoch im initialen Konzept an Aktivitäten des täglichen Lebens (ADL) sowie Kombinationen und Abwandlungen davon. Sie beinhalten ebenso Referenzen und Seiteneffekte auf andere Benutzer des Systems. So kann die Aufgabe “Laufe zum Einkauf.” mit dem Bezug auf eine andere Person erweitert werden, beispielsweise “Laufe zusammen mit Nutzer 17 zum Einkauf.” Auch die Erstellung virtueller Aufgaben für andere Nutzer mit finanzieller Auswirkung auf ein Echtweltprojekt ist möglich. Hieraus ergibt sich ein Zusammenspiel und eine Verknüpfung der Offline- und Onlineaktivitäten (vgl. Abb. 3.25, rechts).

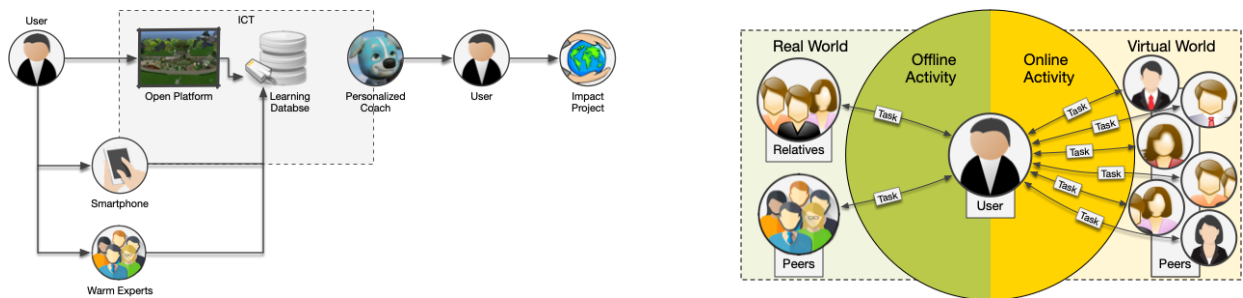


Abbildung 3.25.: **Links:** Wertschöpfungskette (Quelle: eigene Darstellung aus [362, S. 40]). **Rechts:** Zusammenspiel von online- und offline-Aktivitäten (Quelle: eigene Darstellung aus [362, S. 47])

Einzelaspekte präventiver Maßnahmen Über die Bearbeitung komplexer, auf Prävention ausgerichteter Projekte hinaus sind einzelne Aspekte der Verhaltenssteuerung und -änderung in verschiedenen Kontexten relevant.

Das Projekt MoCaB adressiert die Reduktion der Belastung informell Pflegender durch die proaktive Bereitstellung von Kontextwissen zur häuslichen Pflege (vgl. Abs. 3.2.3.3, 4.2 und [183,184]). Hierbei finden zwei Kernelemente der präventiven Verhaltenssteuerung Anwendung. Einerseits dient die Bereitstellung des Pflegewissens der Befähigung des Pflegenden. Durch die Hintergrundinformationen können Situationen anders eingeschätzt und Verhaltensentscheidungen anders getroffen werden. Hiervon profitiert sowohl die pflegende als auch die gepflegte Person, da potentiell die Belastung sinkt und die Pflegequalität steigt. Hieraus entstehen reflexive Effekte, die zur Steigerung der Selbstwirksamkeit führen und in der Folge die Motivation zur gewünschten Verhaltensänderung erneut steigern.

Ebenso ausgerichtet auf die Stärkung von Selbstbewusstseins und -wirksamkeit ist das in MoCaB eingesetzt Element der positiven Nachrichten. Das primäre Interventionsinstrument ist eine Smartphone-App, welche unter anderem eine allmorgendliche positive Nachricht an den Nutzer sendet. Nachfolgende Hinweise können nicht nur als informativer empfunden werden [310,365], ihr Inhalt ist wiederum in der Lage durch positive Würdigung des Geleisteten die Selbstachtung und Selbstwirksamkeit zu steigern.

Neben gesundheitlichen Aspekten ist die Wohnung als Präventionsinstrument in der Lage auch in anderen Domänen und Professionen Verhaltensänderungen zu induzieren oder selbst präventive Maßnahmen zu ergreifen. Durch die technischen Voraussetzungen gewerkeübergreifender Sensorik, wie sie beispielsweise das Gebäudeautomatisierungssystem BASIS (vgl. Abs. 4.1) bietet, können differenzierte Rückmeldungen zum Energieverbrauch die Wohnung in die Lage versetzen Einsparpotentiale für den Bewohner zu finden und entsprechende Verhaltensvorschläge zu geben [177]. Darüber hinaus sind, durch zusätzliches Umgebungswissen und geschulte Fähigkeiten des Bewohners, eigenständige Anpassungen des Verhaltens möglich.

3.2.8.4. Diskussion

Prävention als Gesundheitsleistung Versorgungsprozesse des Gesundheitswesens sind auf die Anwendung präventiver Maßnahmen nur begrenzt ausgerichtet. Über die Durchführung von Kon-

trolluntersuchungen - beispielsweise zur Krebsvorsorge oder in der Dentalmedizin - hinaus kennt das Gesundheitssystem keine systematisch durchgeführten Aktivitäten, welche auf die Verhinderung eines potentiell unerwünschten Gesundheitszustandes ausgerichtet sind. Klassische Versorger werden ausschließlich bei Eintritt einer Gesundheitsschädigung aktiv oder weisen auf potentielle Probleme hin. Ein Umdenken, hin zu präventiven Maßnahmen ist erst langsam zu erkennen. Bonusprogramme von Krankenversicherungen oder Konzepte der betrieblichen Gesundheitsvorsorge machen die Notwendigkeit deutlich.

Die Wohnung in ihrer Rolle als Präventionsinstrument kann hier einen erheblichen Beitrag zur frühzeitigen Erkennung unerwünschter Zustände leisten. Durch ihre kontinuierliche Präsenz und Unmittelbarkeit in Verbindung mit dem passiven und unaufdringlichen Gesundheitsmonitoring ergeben sich Analysemöglichkeiten im Verlauf, welche den persönlichen Gesundheitszustand sehr viel umfassender beschreiben können. Hieraus lassen sich erwünschte und schädliche Verhaltensweisen separieren und dem Bewohner spiegeln. Zusammen mit dem richtigen Kontextwissen wird der Bewohner in die Lage versetzt, Verhaltensweisen zu differenzieren und sich für das bestmögliche Verhalten zu entscheiden.

Personalisierte Untersuchungsmethoden Eine Eigenart der Prävention ist die implizite Unsicherheit, da eine Aussage über eine eventuell eintretende Zukunft getroffen wird. Insbesondere im neuen Gesundheitsstandort Wohnung sind die Möglichkeiten verlässliche Aussagen über zukünftige Gesundheitsverläufe zu treffen noch sehr eingeschränkt. Dies erfordert zu Beginn die Konzentration auf intrapersonelle, longitudinale Beobachtung, um Prädiktionsmodelle für einzelne Personen zu erhalten. Um Übertragbarkeit auf andere Personengruppen zu garantieren, ist eine weitaus größere Anzahl an Installationen sowie eine stärkere gesundheitssystemische Fokussierung auf das Wirkungsfeld Prävention nötig.

Grenzen und Gefahren Das kontinuierliche Monitoring von potentiell gesundheitsrelevanten Parametern im hochsensiblen Umfeld der eigenen Wohnung birgt eine erhebliche Gefahr des Übersteuerns der Selbstkontrolle oder Bevormundung durch ein technisches System. Insbesondere unaufdringlich integrierte Sensorik und Aktorik stellt nicht den Bewohner, sondern den Entwickler und Betreiber vor zwei mögliche Herausforderungen.

Die Existenz der verbauten Technologie wird gänzlich vergessen und ihr Vorhandensein wirkt sich nicht auf den Bewohner und sein Verhalten aus. Dieser, aus Sicht des Gesundheitsmonitors erwünschte Zustand - eliminiert er doch mögliche Bias und Beobachtungseffekte - macht es zwingend notwendig die ethischen und moralischen Grenzen der Systemfunktionalitäten zu definieren und genau zu kontrollieren. Je prädiktiver und aussagekräftiger die Prävention, desto sensibler ist auch ihr Informationsgehalt. Die Erhebung, Anzeige oder Weitergabe bedürfen einer sehr genauen Abwägung (vgl. auch Abs. 3.2.3.2). Hier zeigt sich ein Vorteil des abgeschlossenen Umfeldes Wohnung. Durch die physische Abgrenzung und ein entsprechend integriertes, isoliertes Systemdesign ist die Wohnung zugleich der beste Ort, ebenjenes Monitoring mit Modellbildung zu betreiben. Nur hierdurch kann eine systematische Kontrolle von Erhebung, Anzeige und Weitergabe garantiert werden. In die Wohnung eingebrachte Dritt- und Fremdsysteme müssen zur Aggregation der Daten auf externe Anwendungssystem zurückgreifen. Eine nutzenbringende Profilbildung wäre nur unter Preisgabe der hoch sensiblen Daten möglich.

Die Zweite Möglichkeit führt durch das bloße Wissen um die Existenz verbauter Technologie zu einer Beeinflussung oder gar Beeinträchtigung des Verhaltens des Bewohners. Das Gefühl beobachtet zu werden kann insbesondere bei Bewohnern und Patienten mit psychischen Einschränkungen zu einer Verschlechterung der Symptome führen. Auch bei rein somatischen Erkrankungen besteht die Gefahr durch die ständige Präsenz der Assistenzsysteme an die eigene Krankheit erinnert zu werden. Die Anfälligkeit für eine solche Entwicklung muss bedacht und frühzeitig identifiziert werden. Hier zeigt sich die begrenzte Erfahrung mit Technologien dieser Art. Ob und inwieweit Bewohner oder Patienten auf diese Art reagieren ist unklar und kann sich erst im realen Einsatz zeigen.

3.2.8.5. Einbindung in Versorgungsprozesse und weitere Rollen

Entsprechend der primären Rollenhandlungen der Wohnung in ihrer Rolle als Präventionsinstrument bildet das Messinstrument eine grundlegende Voraussetzung. Das Messen gesundheitsbezogener Parameter dient hier der Abbildung des Gesundheitsmonitorings sowie als Grundlage zur Bildung von Prädiktionsmodellen und dem Erkennen von potentiell zu änderndem Verhalten. Hierauf aufbauend kann die Wohnung in ihrer Rolle als EUS aktiv werden. Erhobene Parameter oder abgeleitetes Verhalten werden im Kontext der bisherigen Entwicklung als problematisch eingestuft, sodass präventive Handlungen initiiert werden können. Letztlich besteht ein Bezug zur Rolle der Wohnung als Informationsquelle, da sie die Schnittstelle zum Bewohner darstellt. Entsprechende Hinweise aus erkannten Abweichungen lassen sich hierdurch ebenso darstellen, wie Lern- oder Schulungsinhalte, die im Kontext der Prävention oder zur Erlangung von Fähigkeiten relevant sind.

Präventionsmaßnahmen sind im Versorgungsprozess ihrer Natur nach vor Eintreten einer Erkrankung oder Zustandsverschlechterung verortet. Entsprechend ihres primären Zieles, den Gesundheitszustand zu erhalten, differenziert sich diese Versorgungsaktivität in der Ausgangslage, also dem aktuellen Gesundheitszustand, den es zu erhalten gilt, den individuellen Risikofaktoren und dem Zeitpunkt im Versorgungspfad. Liegt beispielsweise eine chronische Erkrankung vor, sind erkannte Verhaltensweisen erklärbar, wenngleich sie bei einem gesunden Bewohner von der Norm abweichen würde. Individuelle Risikofaktoren bestimmen Zielgrößen, wie die zu beobachtenden ambienten Parameter oder Verhaltensweisen. Im zeitlichen Kontext des Versorgungspfades sind ebenfalls Anpassungen notwendig, die beispielsweise das Monitoring eines kürzlich entlassenen Herz-Insuffizienz-Patienten anders ausgestalten, als dessen Langzeitnachsorge.

Die Individualisierungen entlang der drei Einflussgrößen Zustand, Risiko und Verlauf führt zur Anpassung

1. der beobachteten ambienten oder körperbezogenen Parameter mit ihren Grenzwerten,
2. des zu erkennenden, potentiell schädlichen Verhaltens,
3. des avisierten, als optimal vorgeschlagenen Verhaltens.

Diese Konfiguration muss in geeigneter Form zur Verfügung gestellt werden und bildet - zusammen mit dem Patienten oder Bewohner - die Eingangsgrößen für die Wohnung als Präventionsinstrument im Versorgungsprozess. Auf der ausgehenden Seite sind vor allem die Benachrichtigungen bei Grenzwertüberschreitungen relevant, die aber vor allem durch die Handlungen der Wohnung

als Informationsquelle - hier mit externen Rezipienten - abgedeckt werden. Weitere ausgehende Informationen richten sich nach Art der Assistenzsysteme und können beispielsweise die freiwillig geteilten Meldungen für erfolgreich erlerntes Verhalten (engl. "achievement") sein.

Die Rolle der Wohnung als Präventionsinstrument bettet sich ferner in die Gesamtheit der nicht wohnungsbezogenen AGT ein, wie Fitnessarmbänder oder Verhaltensratgeber. Insgesamt ist sie in Bezug auf die mögliche Handlungsbreite eine der wichtigsten Rollen und wird im zukünftigen Versorgungsprozess eine maßgebliche Rolle zur qualitativen aber auch ökonomischen Optimierung spielen.

3.2.9. Die Wohnung als Pflegesystem

Mit sich verändernden Lebenssituationen entstehen auch neue Anforderungen an die Wohnumgebung. Der Wunsch in der eigenen Häuslichkeit zu verbleiben zeigt sich in der messbaren Diskrepanz zur Wirklichkeit. So halten drei Viertel der über 65 bis 85-jährigen ihre Wohnung nicht oder nur teilweise für altersgerecht, wohingegen lediglich 2% dieser Altersgruppe in Einrichtungen des Betreuten Wohnens und nur 5% in stationären Pflegeheimen leben [3,5,8,9]. Dem gegenüber steht die hohe Wahrscheinlichkeit im Laufe des Altersprozesses auf Pflege angewiesen zu sein. Dies betrifft einerseits den Gepflegten selbst, jedoch insbesondere auch die in Beziehung stehenden oder selbst pflegenden Angehörigen. So ist familiäre Pflege der "erwartbare Regelfall" [366, S. 23] und belastet informell Pflegenden bis hin zur Entstehung von somatischen oder psychischen Erkrankungen. Im Lichte des Mangels an professionellen Pflegekräften [367, S. 17] zeigt sich die Notwendigkeit alternativer Lösungen zur Realisierung häuslicher Pflege.

Das nachfolgende Kapitel beschreibt die Wohnung in ihrer Rolle als Pflegesystem, durch Abbildung spezifischer Assistenz- und Pflegehilfsleistungen. Basierend auf der zugrundeliegenden Methodik, erfolgt eine Anforderungserhebung zur Gestaltung entsprechender Assistenzleistungen. Ihr folgt die Beschreibung der möglichen Realisierung am Beispiel der Abbildung von Leistungen des betreuten Wohnens mit technischen Assistenzsystemen des BASIS-Projektes sowie der kontextbezogenen Unterstützung informell pflegender durch personalisiertes Pflegewissen aus dem Projekt MoCaB.

3.2.9.1. Rollenanalyse

Die Pflege ist als Aktivität Teil aller untersuchten Prozessmodelle. Die Aktion im openEHR Zyklus beschreibt die Durchführung pflegerischer Maßnahmen ebenso, wie die stationären, rehabilitativen und ambulanten Teile der sektorzentrierten medizinischen Versorgung und des Mintzberg Modells. Letzterer definiert die Pflege sogar als eigenen Sektor, welcher komplementär zum Sektor Heilen angeordnet ist. Eine spezielle Sicht auf Pflege entsteht aus der Beschreibung durch Bergman, der insbesondere im Kontext des *guten Lebensendes* auf die Notwendigkeit guter Pflege eingeht. Das Spektrum der Handlungen umfasst einerseits die Durchführung klinischer Pflege im stationären Einrichtungen - seien es Krankenhäuser oder Rehabilitationskliniken - als auch andererseits die Durchführung ambulanter Pflege, sowohl konventionell als auch psychiatrisch und palliativ. Spezifisch häusliche Pflege wird in den Modellen nicht adressiert, findet sich jedoch in Ansätzen in den Anforderungen, die Bergman formuliert.

Im Sinne des Rollenmetamodells lässt sich die Erwartung an die Wohnung ableiten, Pflegehandlungen durchzuführen, dabei zu unterstützen oder die Durchführung von Pflegehandlungen durch Dritte zu ermöglichen. Hinzu kommt der Aspekt, mögliche Rahmenbedingungen für Pflegehandlungen Dritter insofern zu optimieren, dass eine Durchführung in vorgeschriebener oder gewünschter Qualität und Quantität erfolgen kann. Aus diesen Erwartungen ergeben sich durch die Rollenübernahme einerseits die Handlungen der Pflege oder Unterstützung selbst sowie andererseits die Information oder Unterstützung für in der Wohnung tätige Pflegekräfte - hier wiederum sowohl professionell als auch informell. Wie auch in den vorhergehenden Rollen, definiert sich die Kompetenz aus den Anforderungen, deren Erfüllung in konkreten Realisierungen den situativen Kontext vorgibt. Durch die Bindung an die Wohnung ist dies hier zumeist die Wohnung selbst, kann jedoch auch darüber hinaus reichen, wenn beispielsweise Alarme oder Zustandsinformationen zu Akteuren außerhalb der Wohnung weitergeleitet werden. Erwartungskonformes Produkt der pflegerischen Handlungen ist damit die Steigerung von Lebensqualität, Sicherheit und Wohlbefinden.

3.2.9.2. Anforderungen

Realisierung technischer Assistenzsysteme Abgeleitet aus dem Wunsch in der eigenen Wohnung zu verbleiben ergibt sich die eingangs erwähnte Notwendigkeit alternativer Assistenzlösungen. Da die Einschränkungen und folgend der Leistungsumfang pflegerischer Handlungen spezifisch für jeden Patienten oder Bewohner sind, müssen die technisch-organisatorischen Unterstützungsleistungen entsprechend angepasst sein. Konkret müssen sie den folgenden Rahmenbedingungen genügen:

1. **Spezialisierung** der Assistenzleistung, bezogen auf eine konkrete Einschränkung oder einen klar abzugrenzenden Hilfebedarf muss gegeben sein. Diese Abgrenzung bezieht sich dabei auf ein Assistenzsystem und berührt explizit nicht das Spektrum adressierter Hilfebedarfe. Diese können von der Kompensation physischer Einschränkungen, über soziale Bedarfe hin zum Bewältigen psychischer Symptome sein, sei es für den Bewohner selbst aber auch für Beteiligte der Pflegesituation.
2. **Individuelle Aggregation** verschiedener abgegrenzter Assistenzleistungen muss möglich sein. Hieraus folgt die Notwendigkeit der Modularität ebenso, wie die Realisierung auf einer gemeinsamen technischen Basis, um Synergieeffekte und die Zusammenarbeit von Hilfsleistungen zu ermöglichen.
3. **Adaptierbarkeit** der Hilfsleistung innerhalb der eigenen Parameter zur bestmöglichen Anpassung an die persönlichen Bedarfe des Bewohners ist notwendig.
4. **Ambiente Integration** bildet den Rahmen für eine unaufdringliche Koexistenz der Assistenzleistung mit den manuellen Tätigkeiten des Bewohners oder beteiligten Akteuren des Pflegeprozesses.

Die Anforderungen an technische Assistenzsysteme greifen ineinander. So ist die Spezialisierung einer Lösung notwendig zur optimalen Modularisierung, welche wiederum die individuelle Aggregation verschiedener Komponenten ermöglicht.

Pflegehinweise Angelehnt an die grundlegenden Rollen der Wohnung, ist neben der aktiven Handlung auch ein passives Wirken möglich, beispielsweise durch die Bereitstellung von Infor-

mationen über eine mögliche Unterstützungsleistung im Kontext der Wohnung als Pflegesystem. Hierbei steht, analog zur Befähigung im Rahmen der Rollenhandlung der Wohnung als Präventionsinstrument, die qualitative Verbesserung der Handlungen des Bewohners selbst oder Dritter im Vordergrund. Es ergeben sich sowohl Anforderungen, die bereits in anderen Rollen erarbeitet worden sind als auch neue Anforderungen, die spezifisch im Kontext der Pflege relevant sind.

Bereits definiert sind die, in der Rolle als Informationsquelle befindlichen Anforderungen zur Zweckbestimmung und Darstellungsform (vgl. Abs. 3.2.3.2 f.) sowie die, in der Rolle als Präventionsinstrument festgehaltenen Anforderungen der Befähigung und Situierung bei der Induzierung von Verhaltensänderungen (vgl. Abs. 3.2.8.2). Sie wirken auf die Gestaltung und den Zeitpunkt des Hinweises ein. Als neue Anforderung im Kontext der Pflege ergibt sich hier die Personalisierung und die inhaltliche Ausrichtung auf den Rezipienten.

In Bezug auf die Personalisierung muss der Pflegehinweis oder das Pflegewissen auf die Merkmale des Gepflegten oder Pflegenden angepasst werden. Liegt beispielsweise eine bestimmte Erkrankung vor, so sind die gezeigten Wissensinhalte - differenziert nach Schwere, Stadium und Komorbiditäten - entsprechend anzupassen.

Die Ausrichtung auf den Rezipienten erfolgt anhand der Anpassung an die Vorerfahrungen und das Lernstadium des Hinweisempfängers. Sie sind in der Auswahl der Pflegehinweise relevant und beeinflussen sowohl Detailgrad und Reihenfolge als auch Häufigkeit der Inhalte.

Beachtung des Patientenwillens Die Übertragung konventioneller Versorgungsprozesse ins häusliche Umfeld ermöglicht die Adressierung dort bereits bekannter Problemstellungen. Ein konkreter, analog betrachtbarer Prozess ist der Kontakt mit dem Rettungsdienst und ein entstehender oder ausbleibender Transport in die Notaufnahme einer Klinik. Die Erfahrungen aus stationären Pflegeeinrichtungen zeigen, dass die Transfers pflegebedürftiger Personen zu Stress und Desorientierung oder einer Verschlechterung existierender Zustände und Symptome führen können [368]. Behandelte geriatrische Patienten zeigen nach einem Aufenthalt in der Notfallaufnahme ein erhöhtes Risiko für eine zunehmende Morbidität oder Mortalität. Die Zahl der Wiederaufnahmen korreliert ebenso mit der Anzahl an Aufenthalten in der Notfallaufnahme [369,370]. Obwohl die reine Korrelation trivial erscheint, bedeutet der Umkehrschluss, dass ein nicht stattfindender Transfer das Potential hat eine drohende Verschlechterung abzuwenden. Im Lichte der häufigen Vermeidbarkeit [370,371] scheint eine entsprechende Verfügung, den Transport in bestimmten Fällen nicht durchzuführen notwendig und ist in §132g SGB V⁹ rechtlich verankert. Trotzdem sind diese Verfügungen häufig nicht vorhanden, werden nicht beachtet oder sind zu unspezifisch formuliert, als dass sich aus ihnen eine klare Abgrenzung medizinischer Maßnahmen ableiten ließe [372].

Aus dieser Problemlage ergibt sich in der Übertragung des Notfallversorgungsprozesses ins häusliche Umfeld die Anforderung, die Beachtung des Patientenwillens durch ein technisch unterstütztes Verfügungsmanagement bestmöglich zuzusichern. Die Wohnung muss folglich in der Lage sein eine, durch ein strukturiertes Beratungsgespräch erstellte, standardisiert abgebildete, elektronische Patientenverfügung abzulegen und im Bedarfsfall zugänglich zu machen. Hinzu kommt die Not-

⁹Das Fünfte Buch Sozialgesetzbuch - Gesetzliche Krankenversicherung - (Artikel 132g des Gesetzes vom 1. Dezember 2015, BGBl. I S. 2114), das zuletzt durch das Gesetz zur Verbesserung der Hospiz- und Palliativversorgung in Deutschland (Hospiz- und Palliativgesetz) am 8. Dezember 2015 geändert worden ist.

wendigkeit, eigene Handlungen der Wohnung an die Inhalte der Patientenverfügung anzupassen. Beispielsweise sind adaptive Alarmketten bei Eintreten eines Notfalls der Verfügung entsprechend abzuarbeiten oder spezifische Monitoringfunktionen nicht oder nur eingeschränkt auszuführen.

3.2.9.3. Realisierung

Der folgende Abschnitt beschreibt die mögliche Realisierung einzelner Anforderungen anhand konkreter Projekte oder Konzepte.

Abbildung betreuten Wohnens durch technische Assistenzsysteme Dem Wunsch längeren selbstbestimmten Lebens in der eigenen Wohnung folgend, bieten Einrichtungen des betreuten Wohnens (folgend EdbW) eine mögliche Übergangstufe von der eigenen Wohnung zum stationären Pflegeheim. Ihr primärer Beitrag ist die flexible Bereitstellung spezifischer Assistenzleistungen, in Abhängigkeit der tatsächlichen Bedürfnisse der Bewohner. Sie bieten ein sicheres Umfeld, ohne die Selbstbestimmung zu stark einzuschränken. Trotzdem geht die Unterbringung mit dem Verlassen der eigenen Wohnung und erhöhten Kosten einher [18]. Eine Verbesserung wäre die Einrichtung der Assistenzleistungen in der eigenen Wohnung, um das Altern im gewohnten Umfeld zu ermöglichen (“ageing in place”, [3,5,8–10,313]).

Um eine tatsächliche Abbildung der Assistenzleistungen durch technische Systeme zu ermöglichen, ist der Umfang der Serviceleistungen von EdbW zu identifizieren und die Machbarkeit der technischen Implementierung zu zeigen. Diese beiden Ziele wurden im Rahmen des BASIS Projektes (vgl. Abs. 4.1) bearbeitet und in [304]¹⁰ publiziert.

Methodik Die Identifikation von Serviceleistungen von EdbW erfolgte durch teilstrukturierte, qualitative Interviews mit Experten örtlicher EdbW. Der entwickelte Interviewleitfaden beinhaltete zwei Hauptteile. Der erste Teil enthielt grundlegende Fragen zur Rolle des Experten in der Einrichtung, Gründe für das Beziehen einer EdbW, Art angebotener Dienstleistungen, bereits bestehende technische Assistenzsysteme und die mögliche Übertragbarkeit der Dienstleistungen in das häusliche Umfeld aus Sicht des Experten. Der zweite Teil behandelte das erarbeitete Konzept häuslicher, technischer Abbildung einzelner Dienstleistungen, zu erwartende Mehrwerte, mögliche Probleme und die Abfrage eigener Ideen für die zukünftige Ausgestaltung betreuten Wohnens.

Von insgesamt neun identifizierten und per Telefon kontaktierten EdbW in der Region Braunschweig haben fünf einer Befragung zugestimmt. Die Interviews wurden - nach Unterzeichnung einer Einwilligungserklärung - persönlich durchgeführt und aufgezeichnet. Die Ergebnisse wurden anschließend transkribiert, pseudonymisiert und nach identifizierten Dienstleistungsarten zusammengefasst.

Ergebnisse Die insgesamt fünf Interviews dauerten zwischen 40 und 90 Minuten und wurden mit zwei Leiterinnen, einem Direktor, einer Abteilungsleiterin und einem Sozialarbeiter durchgeführt. Als maßgebliche Gründe zum Wechsel in eine EdbW wurden angegeben:

- soziale Isolation (n=5)

¹⁰Die Inhalte des Artikels werden zur besseren Darstellbarkeit hier übersetzt und etwas verkürzt wiedergegeben.

- bestehende gesundheitliche Einschränkungen (Angst vor Stürzen, Angst vor Unfällen, Prävention, n=4)
- Vorhandensein einer Kontaktperson (n=3)
- sorgenfreies Leben (n=1)
- Entscheidung durch Angehörige (n=1)

Vier von fünf Experten schrieben ihren Bewohnern eine geringe Technikaffinität zu. Vier Institutionen hatten bereits ein Hausnotrufsystem mit Auslöser am Finger oder um den Hals. Zwei EdbW stellten Zugang zum Internet bereit. Darüber hinaus sind keine Assistenzsysteme vorhanden, wenngleich alle Experten zustimmten, dass die Einführung technischer Hilfsmittel nützlich wäre. Insbesondere wurden eine Herdabschaltung (n=4), Sturzerkennung (n=4), optische Klingeln (n=2), ein elektrisches Schließsystem (n=2) und fernsteuerbare Fenster und Rollläden (n=1) genannt. Mögliche zukünftige Technologien wurden nicht genannt oder sind bereits im Einsatz.

Auf Grundlage der Interviews und daraus identifizierten Assistenzdiensten wurden sechs Anwendungssysteme implementiert, welche die entsprechenden Funktionalitäten abbilden. Die Installation erfolgte in den sechs Testwohnungen des BASIS-Projektes (vgl. Abs. 4.1).

Ein Aktivitätsmonitor identifiziert längere Zeiträume von Inaktivität und gibt eine entsprechende Warnung aus. Quelle für diese Information sind alle PIR-Sensoren, Lichtschalter und Türkontakte. Eine Herdabschaltung beobachtet den Status des Herdes und die Anwesenheit von Personen in der Küche. Wird eine längere Inaktivität in der Küche oder insgesamt festgestellt, schaltet das Plugin den Herd nach einer Warnung ab. Ein Luftqualitätsmonitor nutzt die Sensoren für flüchtige Gase (engl. “volatile organic compounds”, VOC) und vergleicht mehrere Räume mit der Außenluft, um entsprechende Hinweise zum Lüften zu geben. Zwei Plugins führen jeweils Erinnerungen zur Medikamenteneinnahme oder anstehenden Terminen aus. Sie nutzen ebenfalls das verbaute Text-Display, um die Hinweise zu geben. Ein weiteres Plugin prüft den Sicherheitsstatus der Wohnung beim Verlassen und erinnert an offene Fenster, laufende Geräte, vergessene Lichter oder ähnliches. Zusätzlich wird die Art der Abwesenheit - beispielsweise Arbeit, Einkauf oder Urlaub - abgefragt, um eine Einschätzung des Rückkehrzeitpunktes zu ermitteln und bei Bedarf die Heizung oder Alarmanlage entsprechend einzustellen. Abschließend ist eine optische Klingel realisiert worden, die es auch hörgeschädigten Bewohnern ermöglicht das Klingeln wahrzunehmen. Hierfür wird die Aktivität in den Räumen analysiert und dort, wo sich Personen aufhalten, durch Blinken der Hauptbeleuchtung ein Klingeln angezeigt.

Einschränkungen Die geringe Zahl der Befragten lässt keine generalisierte Aussage bezüglich aller EdbW zu. Ebenfalls kann ein Auswahl-Bias nicht ausgeschlossen werden, da die Einrichtungen entweder bereits bekannte Partner waren oder da durch die Suchstrategie im Internet über die bekannten Partner hinaus, nur Einrichtungen mit Onlineauftritt gefunden werden konnten. Ferner wurden die Interviews nur durch eine Person durchgeführt, was möglicherweise eine weitere Einschränkung mit sich bringt.

Kontextbasierte Pflegeunterstützung durch Pflegewissen Neben der professionellen Pflege macht die Zahl häuslicher Pflegefälle durch Angehörige - sogenannte “informelle Pflege” - in

etwa die Hälfte (51,7%, n=1.764.904) aller Pflegebedürftigen aus [4]. Nicht erfasst sind Personen, die kein Pflegegeld empfangen, wodurch tatsächliche Zahl noch höher sein dürfte. Das Projekt MoCaB (vgl. Abs. 4.2) setzt an genau diesem Personenkreis an und zielt auf die Reduktion der Belastung informeller Pflegekräfte ab. Die Hilfestellung sind Pflegehinweise, dargestellt in einer Smartphone-App (vgl. Abs. 3.2.3.3), welche aus einer ontologiebasierten Wissensbasis gebildet werden (vgl. Abs. 3.2.2.3).

Die Auswahl der richtigen Wissensseinheit hängt von einer Reihe von Faktoren ab. Sie erfolgt durch mehrere Softwarekomponenten einer Client-Server-Anwendung, der “MoCaB Welt” (siehe Abb. 4.7). Die Ontologie wird hierbei in das MoCaB-Schema (auch “TBox”) und die gesammelten Axiome (hier ABox) unterteilt. Während die TBox als OWL2-Schemadatei vorliegt, befinden sich die Axiome in einem PHP-basierten Triple-Store, der auf einer SQL-Datenbank aufsetzt. Die Anfrage der Wissensbasis erfolgt über eine, in Swagger [373] definierte HTTP/HTTPS API. Ein Code Generator erzeugt aus der API-Definition die entsprechenden PHP-Controller, welche über einen Webserver (hier nginx, [374]) mit installiertem PHP zugegriffen werden. Alle Softwarekomponenten sind in Docker-Containern gekapselt [375], sodass eine unabhängige Entwicklung in Form einer Micro-Service-Architektur erfolgen kann. Die gestellte Anfrage kann von verschiedenen semantischen Reasonern beantwortet werden. Das Anfrageformat wird hierbei durch eine Spezifikation im JSON-Format bestimmt, sodass der gleiche API-Aufruf automatisch auf verschiedene Reasoner umgesetzt werden kann. Diese wiederum sind selbst in eigenständigen Projekten gekapselt und durch ein Kommandozeileninterface ansprechbar. Die eigentlichen Laufzeitumgebungen für die Reasoner selbst sind dabei ebenso in Docker-Containern gekapselt, um eine maximale Flexibilität und Plattformunabhängigkeit auf Serverseite zu erreichen.

Die Reasoner selbst lösen die Anfrage in entsprechende Axiome auf und startet einen Inferenzvorgang. So können beispielsweise die, für einen Pflegenden relevanten Wissensressourcen durch eine Rückwärtsverkettung der komplexen Eigenschaft `caregiver_res` (vgl. Lst. 3.8) herausgefunden werden.

```

1 <owl:ObjectProperty rdf:about="caregiver_res">
2   <owl:propertyChainAxiom rdf:parseType="Collection">
3     <owl:ObjectProperty rdf:about="cares"/>
4     <owl:ObjectProperty rdf:about="has_disease"/>
5     <owl:ObjectProperty rdf:about="offer_res"/>
6   </owl:propertyChainAxiom>
7 </owl:ObjectProperty>

```

Listing 3.8: Ausschnitt aus dem MoCaB-Schema zur Definition einer Eigenschaftkette, welche zu relevanten Ressourcen für den Pflegenden führt

Das Ergebnis der Anfrage ist eine Liste von Lernressourcen, in Form von `.xml`-Dateien (siehe Lst. I.2 in Anhang I), welche anschließend von der MoCaB-App interpretiert und in geeigneter Form angezeigt werden (vgl. Abs. 3.2.3.3).

Verfügungsmanagement Im Lichte der Anforderung nach Beachtung des Patientenwillens adressiert das Projekt NOVELLE¹¹ unter anderem die Vorausplanung der Behandlung durch ein technisch unterstütztes Verfügungsmanagement. Im Rahmen eines oder mehrerer rechtlich verankerter Beratungsgespräche zur Vorausplanung von Notfallsituationen oder des Sterbeprozesses werden strukturierte Verfügungsdokumente erstellt und im Rahmen eines standardisierten Prozesses verfügbar gehalten.

Wenngleich NOVELLE vor allem die stationäre Pflege adressiert, sind die Konzepte in das häusliche Umfeld übertragbar. Die technische Realisierung kann hierbei durch die grundlegenden Rollen der Wohnung als Datenspeicher und Informationsquelle abgebildet werden. Durch die FHIR-Compliance der BASIS DWH Partition (vgl. Abs. 3.2.2.3 und [152]), kann die Verfügung als Sammlung von **Consent**-Ressourcen angelegt und mit den Fähigkeiten der Wohnung als Informationsquelle abgerufen werden. Die Standardisierung kann hier eine optimale Verständlichkeit und Klarheit der getroffenen Aussage bewirken und ermöglicht die Darstellung und Übernahme der Verfügung in den Behandlungsprozess. Ferner kann die Wohnung selbst die Bearbeitung als Anwendung bereitstellen und einen optimalen Schutz hochsensibler Informationen gewährleisten.

3.2.9.4. Diskussion

Nach den Erfahrungen aus den geschilderten Projekten heraus findet der Einsatz technischer Assistenzsystem zur Unterstützung pflegerischer Tätigkeiten bisher nur sehr begrenzt statt. Einige gebäudebezogene Systeme, wie Rauchmelder, Türsprechanlagen oder automatische Beleuchtung werden bereits genutzt, spiegeln jedoch nur begrenzt die spezifischen medizinischen oder pflegerischen Anforderungen der Bewohner wider. Spezifischere Systeme zum Hausnotruf mit Alarmknopf oder zur Sturzerkennung sind kaum installiert. Sie finden sich bei lediglich 6% bzw. 2% der 65- bis 85-jährigen [3, S. 211]. Der Fehlende Einsatz, insbesondere technisch komplexerer Lösungen führt auf Seiten Gepflegter und Pflegenden zu einer fehlenden Routine und Vorstellung, was technisch realisierbar ist und helfen könnte. Alle Befragten Mitarbeiter der EdbW waren sich der Veränderung der Pflegetätigkeit bewusst und begrüßten die Möglichkeiten technischen Fortschritts. Keiner von Ihnen war jedoch in der Lage komplexere Anforderungen zu formulieren, auf deren Grundlage andere technische Unterstützungsleistungen, als die vorgeschlagenen realisiert werden könnten. Trotz der genannten Einschränkungen lässt sich die Notwendigkeit erkennen, technisch realisierbare Lösungen aufzuzeigen und die Fähigkeiten der Wohnung in ihrer Rolle als Pflegesystem bei Pflegenden und Gepflegten deutlicher bekannt zu machen (vgl. auch "zielorientiertes Narrativ" in Abs. 3.2.11.2).

Bei der Betrachtung weiterer Ausgestaltungen technisch unterstützter Pflege im häuslichen Umfeld spielen eine Reihe gesellschaftlicher und soziokultureller Faktoren eine Rolle, die nicht Teil dieser Diskussion sein sollen. Hierzu gehören die Technikakzeptanz, Vermeidungsverhalten oder sich verändernde Verantwortlichkeiten. Da diese Aspekte nicht oder nur begrenzt Teil der geschilderten Realisierungen waren, sind sie eher Gegenstand der übergeordneten Diskussion.

¹¹Das Projekt NOVELLE ist am 19. März 2018 beim Innovationsausschuss des Gemeinsamen Bundesausschuss eingereicht und am 19. Oktober 2018 zur Förderung ausgewählt worden. Formaler Projektbeginn ist der 1. Oktober 2019, wodurch hier lediglich das Konzept in Teilen dargelegt werden kann.

3.2.9.5. Einbindung in Versorgungsprozesse und weitere Rollen

Die Einbindung der Wohnung in ihrer Rolle als Pflegesystem geschieht vor allem implizit durch Ort und Kontext der Pflegehandlungen Dritter. Hierdurch erfolgt eine passive Einbindung in den Versorgungsprozess. Die aktive Integration ist abhängig von der technischen Unterstützungsleistung. Während abgeschlossene Assistenzsysteme, wie die optische Klingel oder die Herdabschaltung autonom agieren, bedürfen andere einer Schnittstelle zum Abgeben einer Warnmeldung oder Bereitstellen von Statusinformationen. Je nach gestaltetem Prozess und Adaption an die Wünsche des Bewohners können mögliche Empfänger dieser Warnkette aus den Akteuren der Versorgung selbst ausgewählt werden. Die Meldung zu Inaktivität lässt sich technisch an einen Nachbarn, einen Angehörigen oder den Pflegedienst selbst weiterleiten. Analog zur Wohnung als sozialer Integrator (vgl. Abs. 3.2.7) kann auch hier die Einbindung technisch durch eines der geschilderten Projekte, wie BASIS oder MoCaB erfolgen. Permanent oder zusätzlich zu einer Meldung kann die Einbindung durch Bereitstellen relevanter Zustandsinformationen zum Bewohner oder der Wohnung selbst erfolgen. Dies ist vor allem zur manuellen Identifizierung von Problemen oder im Rahmen einer Verlaufskontrolle spezifischer Parameter interessant. Hierbei greift die Wohnung auf ihre Fähigkeiten als Informationsquelle zurück (vgl. Abs. 3.2.3). In all diesen Fällen ist die Wohnung der initiiierende Akteur.

Ist die Wohnung Ziel eines Prozessflusses, beispielsweise in der Pflegeüberleitung nach stationärer Entlassung oder im Laufe eines einsetzenden Unterstützungsbedarfes, kann sie sowohl Informationen als auch Konfigurationen aufnehmen. Im Rahmen ihrer Rolle als Datenspeicher kann sie strukturierte medizinische Dokumente ablegen und für die spätere Verwendung oder Einstellung von Assistenzsystem verfügbar machen. Bezüglich der Aufnahme von Konfigurationen kann die Wohnung bei entsprechender Vorrüstung komplette, in Software realisierte Assistenzsysteme entgegennehmen und deren Funktionalität anbieten. Durch die Isolierbarkeit einzelner Anwendung, wie sie beispielsweise das BASIS-Projekt bietet, kann die Installation einer optischen Klingel oder Herdabschaltung als Pflegehilfsmittel im Rahmen der Heil- und Hilfsmittelversorgung erfolgen. Analog zu konventionellen Hilfsmitteln ist die Finanzierung durch einen Rahmenvertrag mit der entsprechenden Kranken- oder Pflegekasse zu untersuchen.

Die Einbindung weiterer Rollen ergibt sich aus der konkreten Assistenzleistung. So setzen grundlegende Anwendungen auf der Wohnung als Messinstrument (vgl. Abs. 3.2.1) auf, um den Status des Bewohners oder der Wohnung zu erfassen. Die Ablage von strukturierten Dokumenten erfolgt über die Zugriffsfähigkeiten der Rolle als Informationsquelle und nutzt die Wohnung als Datenspeicher. Komplexere Anwendungen bauen auf den Monitoringfähigkeiten der Wohnung als Präventionsinstrument (vgl. Abs. 3.2.8) und dem Entscheidungsunterstützungssystem (vgl. Abs. 3.2.4) auf. Die Bereitstellung nötiger Assistenzsystem in der Wohnung ist Voraussetzung für das Wirken als Gesundheitsmanager (vgl. Abs. 3.2.10). Mit der Wohnung als Forschungssystem bestehen insofern Verknüpfungen, dass mögliche neue Assistenzsysteme aus dem Bereich der Pflege selbst Gegenstand der Entwicklung sein können.

3.2.10. Die Wohnung als Gesundheitsmanager

In der Betrachtung der Wohnung als diagnostisches und therapeutisches Instrument und Raum für medizinische Handlungen, kommt der Wohnung eine zusätzliche Rolle zu. Durch ihre Nähe zum Patienten, bzw. hier Bewohner, ist sie in der Lage ihre Fähigkeiten zur Steuerung und Kontrolle mit den Kontextinformationen zum Bewohner anzuwenden und seinen medizinischen Versorgungspfad zu steuern oder den Bewohner im Treffen von Behandlungsentscheidungen zu unterstützen. Analog zu anderen Domänen, folgt diese Entwicklung den Anforderungen der Patienten- oder Kundenzentrierung [136], wobei der Begriff “Kunde” hier als generischer Begriff für die von Handlungen profitierende Entität über die Professionen hinweg genutzt wird, beispielsweise der Ausbildung, dem Finanzwesen oder der Gesundheitswirtschaft. Diese “kundeninduzierte Orchestrierung komplexer Dienstleistung” setzt auf die technische Unterstützung zur Befähigung durch Information des Kunden, woraufhin er eine selbstständige, informierte Entscheidung über seinen - im Falle der Medizin - Versorgungspfad treffen und diesen durch Zuhilfenahme von transprofessionellen und einrichtungsübergreifenden Anwendungssystemen aktiv steuern kann.

Im Folgenden soll die Rolle der Wohnung als Gesundheitsmanager entwickelt und beschrieben werden. Der übergeordneten Analysemethodik folgend, findet zuerst eine Rollenanalyse auf Grundlage der Versorgungsmodelle sowie die Anforderungsbeschreibung statt. Die folgende Beschreibung möglicher Realisierungen fokussiert lediglich zwei Teilbereiche. Dies trägt einerseits dem frühen Stand der Wohnung als diagnostischer und therapeutischer Raum Rechnung und begegnet andererseits der Ausprägung der Rollenhandlungen, welche - da transprofessionell und einrichtungsübergreifend - inhärent die Einbindung in den Versorgungsprozess beschreiben. Diese Einbindung und Verbindung zu anderen Rollen wird abschließend dargelegt.

3.2.10.1. Rollenanalyse

In den analysierten Versorgungsmodellen ist die Rolle des Gesundheitsmanagers verschieden abgebildet. Der statische Anteil, der sich durch die Erwartung einer Behandlungssteuerung oder einrichtungsübergreifenden Versorgungssteuerung beschreiben lässt, findet sich als direkter Inhalt nur im Mintzberg-Modell (vgl. Abs. 2.1.5), sowie im Konzept Instruktion des OpenEHR-Problemösungszyklus (vgl. Abs. 2.1.1). Beide betrachten dabei die einrichtungsübergreifenden Aspekte durch ihre Adressierung vom gesamten Gesundheitswesen einerseits und der Fokussierung auf Interoperabilität andererseits. Die normbildenden Verantwortlichkeiten ergeben sich unter anderem aus den rechtlichen Vorgaben im Umgang mit den Patientendaten, sie beispielsweise vorzuhalten, berechtigten Versorgern zur Verfügung zu stellen und sonst vor dem Zugriff zu schützen, ferner aus der Pflicht eine informierte Entscheidung zu ermöglichen und zuzusichern sowie weichen Wertefaktoren, wie die Verfügbarkeit von alternativen Behandlungspfaden oder Ansprüche auf Hilfs- und Unterstützungsleistungen aufzuzeigen. Insgesamt kann die Erwartung als bestmögliche Steuerung des patientenzentrierten Behandlungspfades entlang mehrerer Fälle und Versorgungsdienstleister subsummiert werden. Entsprechende Rollenhandlungen, welche die Erfüllung der Erwartung durch Rollenübernahme adressieren sind das Darstellen der, für die Entscheidung notwendigen, Informationen, die Öffnung der Wohnung als Informationsquelle zur Bereitstellung des Patientenkontext sowie die Weitergabe von Entscheidungen des Patienten zum eigenen Behandlungspfad an entsprechende Partner in der Versorgungskette und damit die eigent-

liche Induzierung der Dienst- bzw. hier Versorgungsleistung. Die Rollenanalyse zeigt auch hier, dass es sich um eine vornehmlich zusammengesetzte Rolle handelt, welche im Kern die Fähigkeiten anderer Rollen der Wohnung nutzt. So können neben konkreten Behandlungspfaden mit Fallbezug auch allgemeinere Ziele der Gesundheit oder des Wohlbefindens Gegenstand der Rollenhandlungen sein.

3.2.10.2. Anforderungen

Die notwendigen Kompetenzen zur Ausübung der Handlungen bilden die Anforderungen und werden im Folgenden beschrieben.

Halten des Patientenkontext Die Unterstützung von Behandlungsabläufen erfordert den Zugriff auf die Patientendaten, um eine Planung und Steuerung zu ermöglichen. Hierzu gehören neben den medizinischen Anamnese-, Befund- und Verlaufsdaten auch organisatorische Rahmendaten, wie Behandlungstermine, Verfügbarkeiten der Versorgungsdienstleister oder private Termine. Der Patientenkontext muss dabei standardisiert, maschinenlesbar abgelegt sein, damit eine Verknüpfung durch wohnungseigene Anwendungssysteme möglich ist. Durch diese, aus Sicht der versorgenden Akteure verteilte Datenhaltung im häuslichen Umfeld kann eine kontrollierte Weitergabe unter Wahrung der Datenschutzanforderungen ermöglicht werden. Das Risiko der Zusammenführung sensibler Daten bei nicht vertrauenswürdigen Akteuren wird minimiert. Die Wohnung bildet die technische Grundlage für eine häusliche elektronische Patientenakte. Einen entsprechenden Freigabeprozess realisiert und steuert die Wohnung selbst (vgl. Abs. 3.2.3.3) und gibt kontrollierten Zugang auf die Kontextdaten für berechtigte Versorger in Zusammenhang mit einem bestehenden Behandlungsverhältnis. Neben der Aufbereitung für den Leistungserbringer ist so der Forderung nach einer zu steigernden Patientenbildung zur Ermöglichung tatsächlich informierter Einwilligungen durch medizinisch gebildete Bürger nachzukommen [376, S. 47]. Dies verdeutlicht die Ausrichtung von Managementaufgaben - hier Überwachung - durch alle beteiligten Stakeholder, insbesondere aber durch den Patienten.

Neben der Bereitstellung des Patientenkontext muss die Wohnung auch neue Informationen einbinden können. Hierfür bilden die Schnittstellen der Wohnung als Informationsquelle die Grundlage, sodass Behandlungsdokumente oder Untersuchungsergebnisse aufgenommen und für den weiteren Verlauf vorgehalten werden können.

Versorgungsmanagement Ausgerichtet an den Managementaufgaben Planung, Steuerung und Überwachung muss die Wohnung hier in Bezug auf den Versorgungsverlauf unterstützen. Wenngleich sie als computergestützter Akteur nur begrenzt strategische Behandlungsentscheidungen treffen kann und sollte, so ist doch eine Unterstützung dieser möglich (vgl. Abs. 3.2.4). Ebenso können organisatorische Rahmendaten, beispielsweise zur Termin- und Ablaufplanung herangezogen werden, sodass Terminkollisionen vermieden werden und Behandlungsepisoden bei verschiedenen Versorgern koordiniert ablaufen. Ergeben sich im Behandlungsverlauf Veränderungen, sind nachfolgende Abschnitte identifizierbar und können entsprechend neu geplant werden. Erfolgte das Versorgungsmanagement bisher entlang weniger krankheitsspezifischer Behandlungspfade, ist die Bündelung der Kompetenzen auf die Wohnung die Voraussetzung, um ein generisches Fallmanagement zu betreiben. Die Notwendigkeit eines entsprechenden, meist auf eine Erkrankung

beschränkten Anbieters entfällt.

Zusätzlich zu rein medizinischen Managementaufgaben soll die Wohnung andere Versorgungsinfrastrukturen integrieren. So hat sich in der Befragung älterer Bewohner herausgestellt, dass die Verfügbarkeit von Dienstleistungen über die Gesundheitsversorgung hinaus meist unbekannt ist. Konkrete Aussagen, wie

“Some don’t know what is available [from formal services]. (Sylvia)” [313, S. 136]

zeigen dies. Die Breite des Gesundheitsbegriffes - hin zum mehrdimensionalen Wohlbefinden - erfordert die ebenso die umfassende Anlage dieser Informationsdienste. Hierzu gehören neben der Verfügbarkeit von Nachbarschaftsdiensten auch kommunale und staatliche Hilfsangebote.

Alarmierung und Erinnerung Die Wohnung soll ihre Fähigkeiten als Informationsquelle zur Anzeige von Alarmen und Erinnerungen nutzen. Inhalt können beispielsweise bevorstehende Termine oder die Einnahme von Medikamenten sein. Ähnlich, wie bereits im Rahmen der Rolle als Pflegesystem realisiert (vgl. Abs. 3.2.9.3), sollen Kalenderdaten oder Verordnungen von der Wohnung dargestellt werden.

Technische Plattform Wohnung Die Fähigkeiten der Wohnung müssen sich an die Anforderungen des Behandlungs- und Versorgungsverlaufes anpassen. Eine Möglichkeit der kontrollierten Erweiterung der Funktionalitäten ist das Nachrüsten von Softwarefunktionen durch Agenten. Diese abgetrennten Softwarekomponenten erhalten kontrollierten Zugriff auf die Kontextinformationen und stellen spezifische Funktionen bereit. Im Sinne der domänenübergreifenden Realisierung müssen die Agenten in der Laufzeitumgebung der Wohnung als Plattform implementiert sein. Entsprechend der Kompetenzaufteilung in der Rollenbetrachtung wird so auch die technische Abbildung innerhalb dieser und anderer Rollen separiert betrachtet und realisiert. Das Vorgehen lehnt sich dabei an den Aufbau einer Micro-Service-Architektur an, wie sie beispielsweise in der Server-Komponente des MoCaB Projektes Anwendung findet (siehe Abb. 4.7 und Abs. 4.2).

3.2.10.3. Realisierung

Integration von Kontextdaten in MyMoCaB Als mögliche Realisierung der Integration von Kontextdaten, also nicht primär medizinischen Daten in den Versorgungsverlauf soll das MoCaB-Projekt dienen. Hier fließen Daten der Pflegeumgebung, sowie Termine und die persönliche Pflegesituation in die Vorschläge zur weiteren Behandlungs- und Pflegeplanung ein. Die ursprüngliche Planung der Bereiche in der MoCaB-App zeigt Abb. 3.11. Die Umsetzung veränderte sich im Laufe des Projektes leicht und priorisierte die Organisation des Unterstützernetzwerkes in Form von themenbezogenen Kontakten (siehe Abb. 3.26).

AGT Reha Trainingsplanung Im Übergang zur Einbindung in Versorgungsprozesse bieten die Schnittstellen der Wohnung als Informationsquelle die Möglichkeit, Handlungsanweisungen oder Behandlungspläne aufzunehmen. Die BASIS Datawarehouse Partition (vgl. Abs. 3.2.2.3) kann durch die Aufnahme von FHIR-Ressourcen strukturierte und standardisierte Behandlungsanweisungen entgegennehmen und entweder zur Information speichern oder an in der Wohnung befindliche Therapiesysteme (z.B. “AGT Reha”, vgl. [301] und Abs. 4.3) weiterleiten. Lst. 3.9 zeigt einen

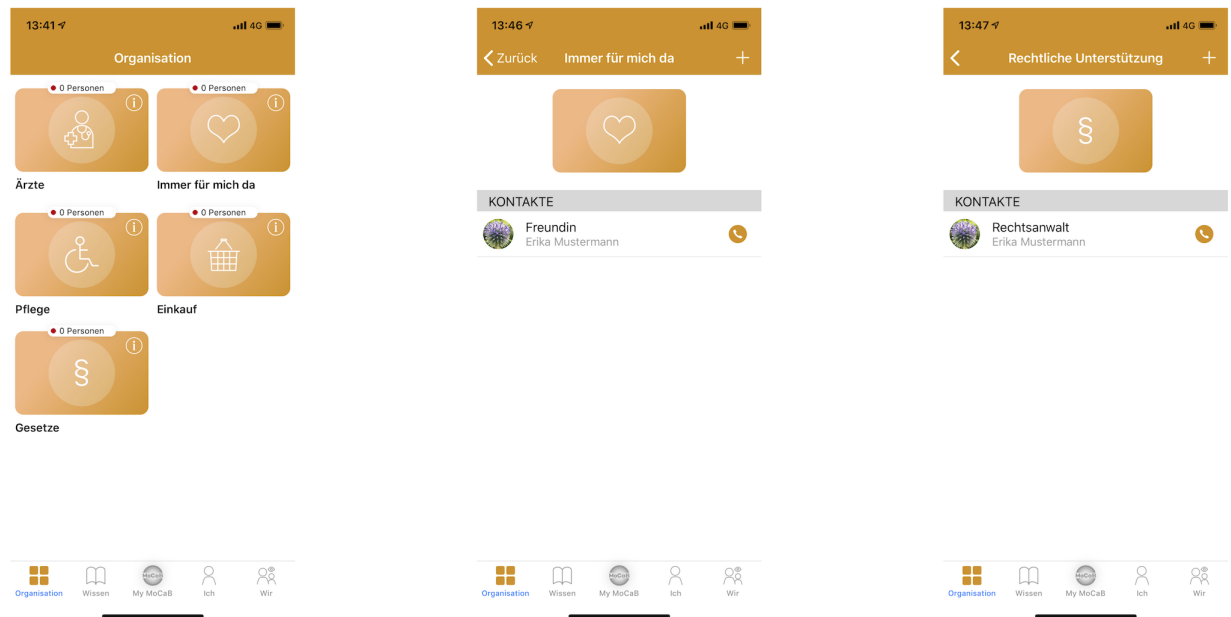


Abbildung 3.26.: Kontextdaten des Pflegeverlaufes am Beispiel von Kontakten in der MoCaB-App. vlnr.: Tab Organisation mit Kontaktbereichen, Bereich persönlicher Ansprechpartner mit Beispielkontakt, Bereich rechtliche Hilfe mit Beispielkontakt (Quelle: Screenshots der MoCaB-App, vgl. Abs. 4.2)

möglichen Trainingsplan, der durch Nutzung der **CarePlan**-Ressource des HL7 FHIR Standards [152] interoperabel ausgedrückt werden kann. Der von den Therapeuten definierte und vom klinikseitigen Anwendungssystem generierte Trainingsplan kann vom häuslichen AGT Reha System interpretiert und abgearbeitet werden. Die Referenzen bezeichnen hierbei den Bewohner (siehe **subject**), den Aufenthalt in der Reha-Klinik (siehe **encounter**) und eine Liste von Übungen (siehe **activity**), die in vordefinierter Anzahl absolviert werden. Relative Referenzen verweisen hierbei in die Wohnung selbst, da sie wiederum als Kontextinformationen vorliegen und als solche benutzt werden können.

```

1 {
2   "resourceType": "CarePlan",
3   "id": "bd24b41f-6608-484c-9058-cf8e125efe08",
4   "identifier": [{
5     "use": "temp",
6     "system": "urn:ietf:rfc:3986",
7     "value": "urn:uuid:8394379e-80f1-47a8-aec6-ef63254e2216"
8   }],
9   "status": "active",
10  "intent": "plan",
11  "title": "AGT Reha Trainingsplan für Erika Mustermann",

```

Listing 3.9: Mögliche Instanziierung eines Trainingsplans für das AGT Reha System durch eine FHIR CarePlan Ressource (gekürzt)

```

12  "description": "Tägliches Trainingsprogramm zur häuslichen therapierung
    chronischer Schulterbeschwerden.",
13  "subject": {
14    "reference": "patient/800ad5c5-f423-42a9-98be-0fe08c7ec703",
15    "type": "Patient"
16  },
17  "encounter": {
18    "reference": "encounter/2b04cbf5-4ac8-4114-b92b-a5f2530f1747",
19    "type": "Encounter"
20  },
21  "period": {
22    "start": "2019-04-22",
23    "end": "2019-07-19"
24  },
25  "created": "2019-04-01T12:35+01:00",
26  "author": {
27    "reference": "organization/rzbadpyrmont",
28    "type": "Organization"
29  },
30  "contributor": [{
31    "reference": "https://agtreha.de/systems/agtreha_003",
32    "type": "Device"
33  }],
34  "activity": [{
35    "reference": {
36      "reference": "https://agtreha.de/exercises/flieger",
37      "type": "ActivityDefinition"
38    },
39    {"reference": {
40      "reference": "https://agtreha.de/exercises/heber",
41      "type": "ActivityDefinition"
42    }},
43    [...]
44  ],
45  "note": [{
46    "authorString": "Dr. A. K.",
47    "text": "Training mit AGT Reha System"
48  }]
49 }

```

Listing 3.10: Mögliche Instanziierung eines Trainingsplans für das AGT Reha System durch eine FHIR CarePlan Ressource (gekürzt, Fortsetzung)

Der Standard erlaubt ferner die inline Definition des Feldes `activity` durch die Nutzung des Attributes `activity.detail`. Als Vorlage dient eine spezifische AGT Reha Übung für die Therapie von Schulterbeschwerden. Hier beispielhaft der “Flieger”, das seitliche Heben der Arme auf Schulterhöhe. Die Wiederholung ist durch ein `scheduledTiming`-Element angegeben. Die Übung soll demnach zweimal pro einem Tag, an fünf Tagen die Woche mit drei Wiederholungen durchgeführt werden. Da `activity` selbst ein Array ist, können weitere Übungen (hier gekürzt durch `{...}`) angegeben werden.

Die Beobachtung, welche das Training notwendig macht kann selbst wiederum von der Wohnung generiert und als Patientenkontext - hier als `Observation` - abgelegt worden sein. Dadurch schließt sich der Kreis von Beobachtung über Diagnose zu Therapie.

```
1 "activity": [{
2     "detail": {
3         "kind": "DeviceRequest",
4         "instantiatesCanonical": [{
5             "reference": "https://agtreha.de/exercises/flieger|v1.0",
6             "type": "ActivityDefinition"
7         }],
8         "reasonReference": [{
9             "reference": "observation/3855baab-11fa-45de-8008-82e2546deccd",
10            "type": "Observation"
11        }],
12        "status": "scheduled",
13        "statusReason": {
14            "text": "Patient not yet discharged"
15        },
16        "scheduledTiming": {
17            "repeat": {
18                "frequency": "2",
19                "period": "1",
20                "periodUnit": "d",
21                "count": "3",
22                "dayOfWeek": ["mon","tue","wed","thu","fri"]
23            }
24        },
25        "location": {
26            "reference": "location/home",
27            "type": "Location"
28        },
29    },
30    ...
31    ...
32    ...
33    ...
34    ...
35    ...
36    ...
37    ...
38    ...
39    ...
40    ...
41    ...
42    ...
43    ...
44    ...
45    ...
46    ...
47    ...
48    ...
49    ...
50    ...
51    ...
52    ...
53    ...
54    ...
55    ...
56    ...
57    ...
58    ...
59    ...
60    ...
61    ...
62    ...
63    ...
64    ...
65    ...
66    ...
67    ...
68    ...
69    ...
70    ...
71    ...
72    ...
73    ...
74    ...
75    ...
76    ...
77    ...
78    ...
79    ...
80    ...
81    ...
82    ...
83    ...
84    ...
85    ...
86    ...
87    ...
88    ...
89    ...
90    ...
91    ...
92    ...
93    ...
94    ...
95    ...
96    ...
97    ...
98    ...
99    ...
100   ...
101   ...
102   ...
103   ...
104   ...
105   ...
106   ...
107   ...
108   ...
109   ...
110   ...
111   ...
112   ...
113   ...
114   ...
115   ...
116   ...
117   ...
118   ...
119   ...
120   ...
121   ...
122   ...
123   ...
124   ...
125   ...
126   ...
127   ...
128   ...
129   ...
130   ...
131   ...
132   ...
133   ...
134   ...
135   ...
136   ...
137   ...
138   ...
139   ...
140   ...
141   ...
142   ...
143   ...
144   ...
145   ...
146   ...
147   ...
148   ...
149   ...
150   ...
151   ...
152   ...
153   ...
154   ...
155   ...
156   ...
157   ...
158   ...
159   ...
160   ...
161   ...
162   ...
163   ...
164   ...
165   ...
166   ...
167   ...
168   ...
169   ...
170   ...
171   ...
172   ...
173   ...
174   ...
175   ...
176   ...
177   ...
178   ...
179   ...
180   ...
181   ...
182   ...
183   ...
184   ...
185   ...
186   ...
187   ...
188   ...
189   ...
190   ...
191   ...
192   ...
193   ...
194   ...
195   ...
196   ...
197   ...
198   ...
199   ...
200   ...
201   ...
202   ...
203   ...
204   ...
205   ...
206   ...
207   ...
208   ...
209   ...
210   ...
211   ...
212   ...
213   ...
214   ...
215   ...
216   ...
217   ...
218   ...
219   ...
220   ...
221   ...
222   ...
223   ...
224   ...
225   ...
226   ...
227   ...
228   ...
229   ...
230   ...
231   ...
232   ...
233   ...
234   ...
235   ...
236   ...
237   ...
238   ...
239   ...
240   ...
241   ...
242   ...
243   ...
244   ...
245   ...
246   ...
247   ...
248   ...
249   ...
250   ...
251   ...
252   ...
253   ...
254   ...
255   ...
256   ...
257   ...
258   ...
259   ...
260   ...
261   ...
262   ...
263   ...
264   ...
265   ...
266   ...
267   ...
268   ...
269   ...
270   ...
271   ...
272   ...
273   ...
274   ...
275   ...
276   ...
277   ...
278   ...
279   ...
280   ...
281   ...
282   ...
283   ...
284   ...
285   ...
286   ...
287   ...
288   ...
289   ...
290   ...
291   ...
292   ...
293   ...
294   ...
295   ...
296   ...
297   ...
298   ...
299   ...
300   ...
301   ...
302   ...
303   ...
304   ...
305   ...
306   ...
307   ...
308   ...
309   ...
310   ...
311   ...
312   ...
313   ...
314   ...
315   ...
316   ...
317   ...
318   ...
319   ...
320   ...
321   ...
322   ...
323   ...
324   ...
325   ...
326   ...
327   ...
328   ...
329   ...
330   ...
331   ...
332   ...
333   ...
334   ...
335   ...
336   ...
337   ...
338   ...
339   ...
340   ...
341   ...
342   ...
343   ...
344   ...
345   ...
346   ...
347   ...
348   ...
349   ...
350   ...
351   ...
352   ...
353   ...
354   ...
355   ...
356   ...
357   ...
358   ...
359   ...
360   ...
361   ...
362   ...
363   ...
364   ...
365   ...
366   ...
367   ...
368   ...
369   ...
370   ...
371   ...
372   ...
373   ...
374   ...
375   ...
376   ...
377   ...
378   ...
379   ...
380   ...
381   ...
382   ...
383   ...
384   ...
385   ...
386   ...
387   ...
388   ...
389   ...
390   ...
391   ...
392   ...
393   ...
394   ...
395   ...
396   ...
397   ...
398   ...
399   ...
400   ...
401   ...
402   ...
403   ...
404   ...
405   ...
406   ...
407   ...
408   ...
409   ...
410   ...
411   ...
412   ...
413   ...
414   ...
415   ...
416   ...
417   ...
418   ...
419   ...
420   ...
421   ...
422   ...
423   ...
424   ...
425   ...
426   ...
427   ...
428   ...
429   ...
430   ...
431   ...
432   ...
433   ...
434   ...
435   ...
436   ...
437   ...
438   ...
439   ...
440   ...
441   ...
442   ...
443   ...
444   ...
445   ...
446   ...
447   ...
448   ...
449   ...
450   ...
451   ...
452   ...
453   ...
454   ...
455   ...
456   ...
457   ...
458   ...
459   ...
460   ...
461   ...
462   ...
463   ...
464   ...
465   ...
466   ...
467   ...
468   ...
469   ...
470   ...
471   ...
472   ...
473   ...
474   ...
475   ...
476   ...
477   ...
478   ...
479   ...
480   ...
481   ...
482   ...
483   ...
484   ...
485   ...
486   ...
487   ...
488   ...
489   ...
490   ...
491   ...
492   ...
493   ...
494   ...
495   ...
496   ...
497   ...
498   ...
499   ...
500   ...
501   ...
502   ...
503   ...
504   ...
505   ...
506   ...
507   ...
508   ...
509   ...
510   ...
511   ...
512   ...
513   ...
514   ...
515   ...
516   ...
517   ...
518   ...
519   ...
520   ...
521   ...
522   ...
523   ...
524   ...
525   ...
526   ...
527   ...
528   ...
529   ...
530   ...
531   ...
532   ...
533   ...
534   ...
535   ...
536   ...
537   ...
538   ...
539   ...
540   ...
541   ...
542   ...
543   ...
544   ...
545   ...
546   ...
547   ...
548   ...
549   ...
550   ...
551   ...
552   ...
553   ...
554   ...
555   ...
556   ...
557   ...
558   ...
559   ...
560   ...
561   ...
562   ...
563   ...
564   ...
565   ...
566   ...
567   ...
568   ...
569   ...
570   ...
571   ...
572   ...
573   ...
574   ...
575   ...
576   ...
577   ...
578   ...
579   ...
580   ...
581   ...
582   ...
583   ...
584   ...
585   ...
586   ...
587   ...
588   ...
589   ...
590   ...
591   ...
592   ...
593   ...
594   ...
595   ...
596   ...
597   ...
598   ...
599   ...
600   ...
601   ...
602   ...
603   ...
604   ...
605   ...
606   ...
607   ...
608   ...
609   ...
610   ...
611   ...
612   ...
613   ...
614   ...
615   ...
616   ...
617   ...
618   ...
619   ...
620   ...
621   ...
622   ...
623   ...
624   ...
625   ...
626   ...
627   ...
628   ...
629   ...
630   ...
631   ...
632   ...
633   ...
634   ...
635   ...
636   ...
637   ...
638   ...
639   ...
640   ...
641   ...
642   ...
643   ...
644   ...
645   ...
646   ...
647   ...
648   ...
649   ...
650   ...
651   ...
652   ...
653   ...
654   ...
655   ...
656   ...
657   ...
658   ...
659   ...
660   ...
661   ...
662   ...
663   ...
664   ...
665   ...
666   ...
667   ...
668   ...
669   ...
670   ...
671   ...
672   ...
673   ...
674   ...
675   ...
676   ...
677   ...
678   ...
679   ...
680   ...
681   ...
682   ...
683   ...
684   ...
685   ...
686   ...
687   ...
688   ...
689   ...
690   ...
691   ...
692   ...
693   ...
694   ...
695   ...
696   ...
697   ...
698   ...
699   ...
700   ...
701   ...
702   ...
703   ...
704   ...
705   ...
706   ...
707   ...
708   ...
709   ...
710   ...
711   ...
712   ...
713   ...
714   ...
715   ...
716   ...
717   ...
718   ...
719   ...
720   ...
721   ...
722   ...
723   ...
724   ...
725   ...
726   ...
727   ...
728   ...
729   ...
730   ...
731   ...
732   ...
733   ...
734   ...
735   ...
736   ...
737   ...
738   ...
739   ...
740   ...
741   ...
742   ...
743   ...
744   ...
745   ...
746   ...
747   ...
748   ...
749   ...
750   ...
751   ...
752   ...
753   ...
754   ...
755   ...
756   ...
757   ...
758   ...
759   ...
760   ...
761   ...
762   ...
763   ...
764   ...
765   ...
766   ...
767   ...
768   ...
769   ...
770   ...
771   ...
772   ...
773   ...
774   ...
775   ...
776   ...
777   ...
778   ...
779   ...
780   ...
781   ...
782   ...
783   ...
784   ...
785   ...
786   ...
787   ...
788   ...
789   ...
790   ...
791   ...
792   ...
793   ...
794   ...
795   ...
796   ...
797   ...
798   ...
799   ...
800   ...
801   ...
802   ...
803   ...
804   ...
805   ...
806   ...
807   ...
808   ...
809   ...
810   ...
811   ...
812   ...
813   ...
814   ...
815   ...
816   ...
817   ...
818   ...
819   ...
820   ...
821   ...
822   ...
823   ...
824   ...
825   ...
826   ...
827   ...
828   ...
829   ...
830   ...
831   ...
832   ...
833   ...
834   ...
835   ...
836   ...
837   ...
838   ...
839   ...
840   ...
841   ...
842   ...
843   ...
844   ...
845   ...
846   ...
847   ...
848   ...
849   ...
850   ...
851   ...
852   ...
853   ...
854   ...
855   ...
856   ...
857   ...
858   ...
859   ...
860   ...
861   ...
862   ...
863   ...
864   ...
865   ...
866   ...
867   ...
868   ...
869   ...
870   ...
871   ...
872   ...
873   ...
874   ...
875   ...
876   ...
877   ...
878   ...
879   ...
880   ...
881   ...
882   ...
883   ...
884   ...
885   ...
886   ...
887   ...
888   ...
889   ...
890   ...
891   ...
892   ...
893   ...
894   ...
895   ...
896   ...
897   ...
898   ...
899   ...
900   ...
901   ...
902   ...
903   ...
904   ...
905   ...
906   ...
907   ...
908   ...
909   ...
910   ...
911   ...
912   ...
913   ...
914   ...
915   ...
916   ...
917   ...
918   ...
919   ...
920   ...
921   ...
922   ...
923   ...
924   ...
925   ...
926   ...
927   ...
928   ...
929   ...
930   ...
931   ...
932   ...
933   ...
934   ...
935   ...
936   ...
937   ...
938   ...
939   ...
940   ...
941   ...
942   ...
943   ...
944   ...
945   ...
946   ...
947   ...
948   ...
949   ...
950   ...
951   ...
952   ...
953   ...
954   ...
955   ...
956   ...
957   ...
958   ...
959   ...
960   ...
961   ...
962   ...
963   ...
964   ...
965   ...
966   ...
967   ...
968   ...
969   ...
970   ...
971   ...
972   ...
973   ...
974   ...
975   ...
976   ...
977   ...
978   ...
979   ...
980   ...
981   ...
982   ...
983   ...
984   ...
985   ...
986   ...
987   ...
988   ...
989   ...
990   ...
991   ...
992   ...
993   ...
994   ...
995   ...
996   ...
997   ...
998   ...
999   ...
1000  ...
1001  ...
1002  ...
1003  ...
1004  ...
1005  ...
1006  ...
1007  ...
1008  ...
1009  ...
1010  ...
1011  ...
1012  ...
1013  ...
1014  ...
1015  ...
1016  ...
1017  ...
1018  ...
1019  ...
1020  ...
1021  ...
1022  ...
1023  ...
1024  ...
1025  ...
1026  ...
1027  ...
1028  ...
1029  ...
1030  ...
1031  ...
1032  ...
1033  ...
1034  ...
1035  ...
1036  ...
1037  ...
1038  ...
1039  ...
1040  ...
1041  ...
1042  ...
1043  ...
1044  ...
1045  ...
1046  ...
1047  ...
1048  ...
1049  ...
1050  ...
1051  ...
1052  ...
1053  ...
1054  ...
1055  ...
1056  ...
1057  ...
1058  ...
1059  ...
1060  ...
1061  ...
1062  ...
1063  ...
1064  ...
1065  ...
1066  ...
1067  ...
1068  ...
1069  ...
1070  ...
1071  ...
1072  ...
1073  ...
1074  ...
1075  ...
1076  ...
1077  ...
1078  ...
1079  ...
1080  ...
1081  ...
1082  ...
1083  ...
1084  ...
1085  ...
1086  ...
1087  ...
1088  ...
1089  ...
1090  ...
1091  ...
1092  ...
1093  ...
1094  ...
1095  ...
1096  ...
1097  ...
1098  ...
1099  ...
1100  ...
1101  ...
1102  ...
1103  ...
1104  ...
1105  ...
1106  ...
1107  ...
1108  ...
1109  ...
1110  ...
1111  ...
1112  ...
1113  ...
1114  ...
1115  ...
1116  ...
1117  ...
1118  ...
1119  ...
1120  ...
1121  ...
1122  ...
1123  ...
1124  ...
1125  ...
1126  ...
1127  ...
1128  ...
1129  ...
1130  ...
1131  ...
1132  ...
1133  ...
1134  ...
1135  ...
1136  ...
1137  ...
1138  ...
1139  ...
1140  ...
1141  ...
1142  ...
1143  ...
1144  ...
1145  ...
1146  ...
1147  ...
1148  ...
1149  ...
1150  ...
1151  ...
1152  ...
1153  ...
1154  ...
1155  ...
1156  ...
1157  ...
1158  ...
1159  ...
1160  ...
1161  ...
1162  ...
1163  ...
1164  ...
1165  ...
1166  ...
1167  ...
1168  ...
1169  ...
1170  ...
1171  ...
1172  ...
1173  ...
1174  ...
1175  ...
1176  ...
1177  ...
1178  ...
1179  ...
1180  ...
1181  ...
1182  ...
1183  ...
1184  ...
1185  ...
1186  ...
1187  ...
1188  ...
1189  ...
1190  ...
1191  ...
1192  ...
1193  ...
1194  ...
1195  ...
1196  ...
1197  ...
1198  ...
1199  ...
1200  ...
1201  ...
1202  ...
1203  ...
1204  ...
1205  ...
1206  ...
1207  ...
1208  ...
1209  ...
1210  ...
1211  ...
1212  ...
1213  ...
1214  ...
1215  ...
1216  ...
1217  ...
1218  ...
1219  ...
1220  ...
1221  ...
1222  ...
1223  ...
1224  ...
1225  ...
1226  ...
1227  ...
1228  ...
1229  ...
1230  ...
1231  ...
1232  ...
1233  ...
1234  ...
1235  ...
1236  ...
1237  ...
1238  ...
1239  ...
1240  ...
1241  ...
1242  ...
1243  ...
1244  ...
1245  ...
1246  ...
1247  ...
1248  ...
1249  ...
1250  ...
1251  ...
1252  ...
1253  ...
1254  ...
1255  ...
1256  ...
1257  ...
1258  ...
1259  ...
1260  ...
1261  ...
1262  ...
1263  ...
1264  ...
1265  ...
1266  ...
1267  ...
1268  ...
1269  ...
1270  ...
1271  ...
1272  ...
1273  ...
1274  ...
1275  ...
1276  ...
1277  ...
1278  ...
1279  ...
1280  ...
1281  ...
1282  ...
1283  ...
1284  ...
1285  ...
1286  ...
1287  ...
1288  ...
1289  ...
1290  ...
1291  ...
1292  ...
1293  ...
1294  ...
1295  ...
1296  ...
1297  ...
1298  ...
1299  ...
1300  ...
1301  ...
1302  ...
1303  ...
1304  ...
1305  ...
1306  ...
1307  ...
1308  ...
1309  ...
1310  ...
1311  ...
1312  ...
1313  ...
1314  ...
1315  ...
1316  ...
1317  ...
1318  ...
1319  ...
1320  ...
1321  ...
1322  ...
1323  ...
1324  ...
1325  ...
1326  ...
1327  ...
1328  ...
1329  ...
1330  ...
1331  ...
1332  ...
1333  ...
1334  ...
1335  ...
1336  ...
1337  ...
1338  ...
1339  ...
1340  ...
1341  ...
1342  ...
1343  ...
1344  ...
1345  ...
1346  ...
1347  ...
1348  ...
1349  ...
1350  ...
1351  ...
1352  ...
1353  ...
1354  ...
1355  ...
1356  ...
1357  ...
1358  ...
1359  ...
1360  ...
1361  ...
1362  ...
1363  ...
1364  ...
1365  ...
1366  ...
1367  ...
1368  ...
1369  ...
1370  ...
1371  ...
1372  ...
1373  ...
1374  ...
1375  ...
1376  ...
1377  ...
1378  ...
1379  ...
1380  ...
1381  ...
1382  ...
1383  ...
1384  ...
1385  ...
1386  ...
1387  ...
1388  ...
1389  ...
1390  ...
1391  ...
1392  ...
1393  ...
1394  ...
1395  ...
1396  ...
1397  ...
1398  ...
1399  ...
1400  ...
1401  ...
1402  ...
1403  ...
1404  ...
1405  ...
1406  ...
1407  ...
1408  ...
1409  ...
1410  ...
1411  ...
1412  ...
1413  ...
1414  ...
1415  ...
1416  ...
1417  ...
1418  ...
1419  ...
1420  ...
1421  ...
1422  ...
1423  ...
1424  ...
1425  ...
1426  ...
1427  ...
1428  ...
1429  ...
1430  ...
1431  ...
1432  ...
1433  ...
1434  ...
1435  ...
1436  ...
1437  ...
1438  ...
1439  ...
1440  ...
1441  ...
1442  ...
1443  ...
1444  ...
1445  ...
1446  ...
1447  ...
1448  ...
1449  ...
1450  ...
1451  ...
1452  ...
1453  ...
1454  ...
1455  ...
1456  ...
1457  ...
1458  ...
1459  ...
1460  ...
1461  ...
1462  ...
1463  ...
1464  ...
1465  ...
1466  ...
1467  ...
1468  ...
1469  ...
1470  ...
1471  ...
1472  ...
1473  ...
1474  ...
1475  ...
1476  ...
1477  ...
1478  ...
1479  ...
1480  ...
1481  ...
1482  ...
1483  ...
1484  ...
1485  ...
1486  ...
1487  ...
1488  ...
1489  ...
1490  ...
1491  ...
1492  ...
1493  ...
1494  ...
1495  ...
1496  ...
1497  ...
1498  ...
1499  ...
1500  ...
1501  ...
1502  ...
1503  ...
1504  ...
1505  ...
1506  ...
1507  ...
1508  ...
1509  ...
1510  ...
1511  ...
1512  ...
1513  ...
1514  ...
1515  ...
1516  ...
1517  ...
1518  ...
1519  ...
1520  ...
1521  ...
1522  ...
1523  ...
1524  ...
1525  ...
1526  ...
1527  ...
1528  ...
1529  ...
1530  ...
1531  ...
1532  ...
1533  ...
1534  ...
1535  ...
1536  ...
1537  ...
1538  ...
1539  ...
1540  ...
1541  ...
1542  ...
1543  ...
1544  ...
1545  ...
1546  ...
1547  ...
1548  ...
1549  ...
1550  ...
1551  ...
1552  ...
1553  ...
1554  ...
1555  ...
1556  ...
1557  ...
1558  ...
1559  ...
1560  ...
1561  ...
1562  ...
1563  ...
1564  ...
1565  ...
1566  ...
1567  ...
1568  ...
1569  ...
1570  ...
1571  ...
1572  ...
1573  ...
1574  ...
1575  ...
1576  ...
1577  ...
1578  ...
1579  ...
1580  ...
1581  ...
1582  ...
1583  ...
1584  ...
1585  ...
1586  ...
1587  ...
1588  ...
1589  ...
1590  ...
1591  ...
1592  ...
1593  ...
1594  ...
1595  ...
1596  ...
1597  ...
1598  ...
1599  ...
1600  ...
1601  ...
1602  ...
1603  ...
1604  ...
1605  ...
1606  ...
1607  ...
1608  ...
1609  ...
1610  ...
1611  ...
1612  ...
1613  ...
1614  ...
1615  ...
1616  ...
1617  ...
1618  ...
1619  ...
1620  ...
1621  ...
1622  ...
1623  ...
1624  ...
1625  ...
1626  ...
1627  ...
1628  ...
1629  ...
1630  ...
1631  ...
1632  ...
1633  ...
1634  ...
1635  ...
1636  ...
1637  ...
1638  ...
1639  ...
1640  ...
1641  ...
1642  ...
1643  ...
1644  ...
1645  ...
1646  ...
1647  ...
1648  ...
1649  ...
1650  ...
1651  ...
1652  ...
1653  ...
1654  ...
1655  ...
1656  ...
1657  ...
1658  ...
1659  ...
1660  ...
1661  ...
1662  ...
1663  ...
1664  ...
1665  ...
1666  ...
1667  ...
1668  ...
1669  ...
1670  ...
1671  ...
1672  ...
1673  ...
1674  ...
1675  ...
1676  ...
1677  ...
1678  ...
1679  ...
1680  ...
1681  ...
1682  ...
1683  ...
1684  ...
1685  ...
1686  ...
1687  ...
1688  ...
1689  ...
1690  ...
1691  ...
1692  ...
1693  ...
1694  ...
1695  ...
1696  ...
1697  ...
1698  ...
1699  ...
1700  ...
1701  ...
1702  ...
1703  ...
1704  ...
1705  ...
1706  ...
1707  ...
1708  ...
1709  ...
1710  ...
1711  ...
1712  ...
1713  ...
1714  ...
1715  ...
1716  ...
1717  ...
1718  ...
1719  ...
1720  ...
1721  ...
1722  ...
1723  ...
1724  ...
1725  ...
1726  ...
1727  ...
1728  ...
1729  ...
1730  ...
1731  ...
1732  ...
1733  ...
1734  ...
1735  ...
1736  ...
1737  ...
1738  ...
1739  ...
1740  ...
1741  ...
1742  ...
1743  ...
1744  ...
1745  ...
1746  ...
1747  ...
1748  ...
1749  ...
1750  ...
1751  ...
1752  ...
1753  ...
1754  ...
1755  ...
1756  ...
1757  ...
1758  ...
1759  ...
1760  ...
1761  ...
1762  ...
1763  ...
1764  ...
1765  ...
1766  ...
1767  ...
1768  ...
1769  ...
1770  ...
1771  ...
1772  ...
1773  ...
1774  ...
1775  ...
1776  ...
1777  ...
1778  ...
1779  ...
1780  ...
1781  ...
1782  ...
1783  ...
1784  ...
1785  ...
1786  ...
1787  ...
1788  ...
1789  ...
1790  ...
1791  ...
1792  ...
1793  ...
1794  ...
1795  ...
1796  ...
1797  ...
1798  ...
1799  ...
1800  ...
1801  ...
1802  ...
1803  ...
1804  ...
1805  ...
1806  ...
1807  ...
1808  ...
1809  ...
1810  ...
1811  ...
1812  ...
1813  ...
1814  ...
1815  ...
1816  ...
1817  ...
1818  ...
1819  ...
1820  ...
1821  ...
1822  ...
1823  ...
1824  ...
1825  ...
1826  ...
1827  ...
1828  ...
1829  ...
1830  ...
1831  ...
1832  ...
1833  ...
1834  ...
1835  ...
1836  ...
1837  ...
1838  ...
1839  ...
1840  ...
1841  ...
1842  ...
1843  ...
1844  ...
1845  ...
1846  ...
1847  ...
1848  ...
1849  ...
1850  ...
1851  ...
1852 
```

```

29     "performer": [{
30         "reference": "https://agtreha.de/systems/agtreha_003",
31         "type": "Device"
32     }],
33     "description": "Beginnen Sie im Stand. Die Arme sind am Körper nach
    unten angelegt. Heben Sie die Arme seitlich nach oben, bis sie Schulterhöhe
    erreichen. Halten Sie die Schultern gesenkt. Verharren Sie für drei Sekunden
    und führen dann die Arme langsam wieder nach unten an den Körper."
34 }
35 },
36 {...}
37 ]

```

Listing 3.12: Mögliche Instanziierung einer einzelnen Übung für das AGT Reha System als eingebettet Definition der ‘ActivityDefinition’ Ressource eines ‘CarePlan’s (gekürzt, Fortsetzung)

3.2.10.4. Diskussion

Die Rolle der Wohnung als Gesundheitsmanager ist in der Literatur nur als implizite Kombination verschiedener Funktionalitäten zu finden. Es findet sich jedoch die Forderung nach “Ganzheitliche[n] Konzepte[n] altersgerechten Wohnens”, welche die technischen Assistenzsysteme einschließt [5, S. 254] sowie auch deren umfassende Verbindung und Nutzung in mehreren Kontexten beschreibt. Die hieraus entstehende Empfehlung nach “vernetzte[n] Versorgungskonzepte[n]” (ebd. S.286, Pkt.9) sowie der Stärkung der Mitwirkung der Patienten und Bewohner (ebd. S.289, Pkt.24) unterstützt die intendierte Einbindung der Wohnung als Ganzes in den Versorgungsprozess sowie die, hier im speziellen betrachtete Ausübung der Rolle des Gesundheitsmanagers. So ist die Akzeptanz technischer Assistenzsysteme an einen klar erkennbaren Zweck geknüpft [5, S. 252] und der Mehrwert gesammelter Daten muss gegeben und identifizierbar sein. Die Optimierung des Versorgungsprozesses durch ein Fallmanagement sowie die Verknüpfung der Versorgungspartner durch einen gemeinsamen Patientenkontext wird als solcher Mehrwert empfunden [40].

Bestehende Konzepte und Implementierungen persönlicher Assistenten können noch nicht als marktreif betrachtet werden (u.a. [377] und [362]) und bedürfen einer größeren Anzahl von Installationen, welche die erfolgreiche Integration in das Versorgungsumfeld zeigen können [33]. Darüber hinausgehende Forderungen von Patienten und Bürgern, wie die in [376] formulierte Vision nach besserer medizinischer Bildung, um fundierte, informierte Entscheidungen treffen zu können, sind bekannt und formuliert, jedoch nach dem Wissen des Autors nicht Gegenstand konkreter Anwendungssysteme, welche der Rollendefinition der Wohnung als Gesundheitsmanager nahe kommen.

Die Unterstützung von Versorgungspfaden durch Informationstechnologie wird für den stationären Sektor als gewinnbringend beschrieben [257], genügt jedoch nur schwachen Evidenzanforderungen und bedarf weiterer Untersuchungen. Die Einbindung von Anwendungssystemen in Versorgungspfade, welche die Wohnung integrieren ist nicht Fokus der Literatur.

3.2.10.5. Einbindung in den Versorgungsprozess und weitere Rollen

Die identifizierten Anforderungen und deren Realisierung zielen auf Rollenhandlungen ab, die das Management des Versorgungsprozesses mit und durch den Patienten ermöglichen. Die dadurch zu bildenden Verknüpfungen der verschiedenen Akteure bilden den Kernaspekt der Einbindung der Wohnung in ihrer Rolle als Gesundheitsmanager in den Versorgungsprozess. Neben der standardisierten Aufnahme und Bereitstellung von behandlungsrelevanten Daten - sowohl aus der Wohnung, als auch über den Patientenkontext - erfolgt die Einbindung durch die Möglichkeit weitergehende Fallmanagementlogik und Versorgungsprozesssteuerung als Softwarekomponente auf der technischen Plattform der Wohnung zu realisieren. Angelehnt an das App-Konzept bei Betriebssystemen, Smartphones oder Cloud-Infrastrukturen dient die Wohnung als Laufzeitumgebung für höherwertige, über die Gebäudesteuerung hinausgehende Funktionen.

Wenngleich die Realisierung der primären Schnittstelle hier auf Basis des HL7 FHIR Standards gezeigt wurde, ist die Verwendung anderer Abbildungen des Domäneninformationsmodells möglich. Die Ablage von medizinischen Aussagen, Beobachtungen oder Dokumenten muss hierbei lediglich gesteuert durch den Patienten erfolgen. Die Wohnung dient in ihrer Rolle als Datenspeicher und Informationsquelle als persönlicher und sicherer Datentreuhänder. Ferner ist der standardisierte Zugriff, beispielsweise im Rahmen einer IHE XDS Kommunikation möglich (vgl. auch Abs. 3.2.3.3).

Aus der Rollenanalyse und den herausgearbeiteten Anforderungen wird deutlich, dass die Rollenübernahme primär durch Aggregation von nachgelagerten Handlungen anderer Rollen erfolgt. Die Beziehungen zu ebenjenen ergeben sich also direkt. So wird die Haltung des Patientenkontext durch Orchestrierung der Handlungen aus der Wohnung als Datenspeicher und Informationsquelle realisiert. Die Unterstützung des Fallmanagements sowie die Alarm- und Erinnerungsfähigkeiten basieren auf der EUS-Rolle sowie wiederum komplexeren Rollen, wie dem Präventions- oder Pflegesystem. Die rolleneigene Handlung der Orchestrierung steuert wiederum - als ausgehende Beziehung - die Wohnung als Therapeut und Akteur. Eine Querverbindung existiert zur Rolle als Forschungssystem, einerseits in die Behandlungsplanung, durch Integration von Studienergebnissen oder Möglichkeiten der Studienteilnahme, sowie andererseits als Produzent von Forschungsdaten durch Bereitstellung von operationalen Kennzahlen des Behandlungsverlaufes.

3.2.11. Die Wohnung als Forschungssystem

Die Realisierung der dargestellten Rollen mit ihren jeweiligen Rollenhandlungen basiert auf der Entwicklung und Evaluation neuer Technologien, sowie deren Anwendung und Integration in den medizinischen Versorgungsprozess. Die wissenschaftliche Grundlage für notwendige, zu entwickelnde Interventionen bildet sich hierbei aus der Betrachtung des häuslichen Umfeldes und daraus generierter Hypothesen. Ziel dieser allgemeinen Methodik ist das Erreichen der notwendigen Evidenz, wie sie beispielsweise in der Entwicklung von Informatikwerkzeugen zur Durchführung oder Unterstützung medizinischer Diagnostik oder Therapie notwendig ist (vgl. Abs. 3.2.5 und Abs. 3.2.6). Es bildet sich ein Forschungskreislauf von einer existierenden Vision, über die Entwicklung und Testung, hin zur Realisierung und Validierung entsprechender Methoden oder Werkzeuge.

Der übergeordneten Zielstellung dieser Arbeit folgend, ist die Betrachtung der Art und Weise der

Ausgestaltung des Wohnumfeldes und seiner Integration in Prozesse Dritter im Zusammenhang zu sehen mit der, beispielsweise medizinischen, Forschung innerhalb der Wohnung, in der das etablierte Wohnumfeld das Werkzeug zur Ableitung entsprechender fachlicher Aussagen ist. Es ergibt sich ein externalisierter Blick auf die Wohnung als Forschungsgegenstand und ein internalisierter Blick in die Wohnung als Forschungsumfeld. In der Ausgestaltung ist sie beides zugleich. Ein hierfür umfassender Begriff ist Living Lab (dt. "Lebenslabor"), der sowohl systemisch [45,47,378] als auch methodologisch [379,380] gebraucht wird.

Das folgende Kapitel stellt die Wohnung als Forschungssystem dar und fokussiert dabei primär die systemische Ausprägung, wenngleich auch einzelne methodologische Aspekte in Form der Einbindung in Versorgungsprozesse und der Etablierung von Netzwerkstrukturen beschrieben werden.

3.2.11.1. Rollenanalyse

Die Wohnung agiert in ihrer Rolle als Forschungssystem in der beschriebenen Dualität von Werkzeug und Gegenstand. Dies spiegeln die Versorgungsmodelle insofern wider, als dass einerseits isolierte Aspekte der ständigen Weiterentwicklung unterliegen, beispielsweise durch die Erprobung neuer diagnostischer Verfahren, und andererseits sich die Prozesse selbst verändern. Mitunter bedingen sich die Erwartungen beider Perspektiven, wenn Fortschritte in isolierten Aspekten die Integration in den Gesamtkontext benötigen. So erfordert die Entwicklung einer neuen Visualisierung in der Wohnung erhobener Gesundheitsparameter für medizinisches Personal auch die Integration der Ansicht in die Anwendungssysteme des Hausarztes.

Übertragen auf die Wohnung bilden sich aus den Versorgungsmodellen also zwei primäre Erwartungen heraus. Einerseits muss die Wohnung einen sicheren, isoliert zu betrachtenden Raum zur Verfügung stellen, der als Forschungsumfeld dienen kann. Normbildende Verantwortlichkeiten bilden sich unter anderem aus den Grundsätzen guter wissenschaftlicher Praxis, Bestimmungen zum Datenschutz oder Anforderungen zur Übertragbarkeit der Erkenntnisse. Andererseits lässt sich die Erwartung formulieren, die Wohnung in übergeordnete Kontexte, wie der Versorgungssystemforschung, aufzunehmen. Die entsprechenden Rollenhandlungen sind die aktive Erhebung und Bereitstellung von System-, Geräte- und Umgebungsdaten sowie die passive Bereitstellung der Wohnung selbst als Forschungsobjekt.

3.2.11.2. Anforderungen

Forschungsinfrastruktur bilden Die aktive Erhebung und Bereitstellung von Daten der Wohnumgebung, in ihr befindlicher Geräte oder des Anwendungssystems Wohnung selbst bedarf der Etablierung einer Forschungsinfrastruktur in der Wohnung. Fähigkeiten der Datenerhebung und -speicherung, wie in der Wohnung als Messinstrument und Datenspeicher jeweils beschrieben, bilden die infrastrukturelle Grundlage für verschiedene Forschungsvorhaben. Um die Erfordernisse der Evidenz und Belastbarkeit der Aussagen zu erfüllen, muss die Durchführung aller Studienphasen (vgl. Abs. 3.2.5.3) möglich sein. Die Anforderungen zur Reproduzierbarkeit, Nachhaltigkeit und Effizienz, auch bei größeren Fallzahlen machen den Einsatz entsprechender Gebäudetechnik notwendig, sodass Forschungsvorhaben wiederholt auf eine bestehende Anwendungssysteminfrastruktur zurück greifen können. Ziel muss eine flexible Rekrutierung von Wohnungen und Bewohner sein, die nicht durch die Notwendigkeit baulicher Maßnahmen beschränkt wird. Insbesondere

die Etablierung einer kontinuierlichen und einheitlichen Architektur ermöglicht die horizontale, domänenspezifische Planung von Forschungsvorhaben und Studien, ohne die vertikale, technische Systementwicklung für jede Studie erneut notwendig zu machen.

Forschungsnetzwerk Die Vielzahl der in der Wohnung aktiven Gewerke und Akteure bedarf einer engen inhaltlichen und organisatorischen Abstimmung bei der Durchführung von Studien und Forschungsvorhaben. Die frühzeitige Einbeziehung von Beteiligten in die Projektplanung ist ein bekanntes Grundprinzip, dessen Realisierung in Bezug auf Forschungs- und Entwicklungsprojekte in der Wohnung die Herausforderung der Verschiedenheit der Stakeholder beinhaltet. So berührt beispielsweise die Planung einer klinischen Studie zum häuslichen Monitoring von Herzinsuffizienzpatienten eine Reihe von potentiellen Partnern und Akteuren.

1. **Wohnbauunternehmen** sind strukturell in der Lage die notwendigen Wohnung bereit zu stellen. Sie müssen die mehrdimensionale Verwertbarkeit von technischen Assistenzsystemen, wie u.a. Energieeffizienz, Gebäudeschutz, Komfort und Sicherheit erkennen. Ihre Gewinnung kann insbesondere durch Aufzeigen der Merkwerte im Zusammenspiel der gewerkeübergreifenden Funktionalitäten gelingen.
2. **Krankenhäuser, niedergelassene Ärzte, Rettungsdienste, Krankenkassen und Kassenärztliche Vereinigungen** als Akteure des Gesundheitswesens sind medizinisch in und im Umfeld der Wohnung aktiv. Der Kernthese dieser Arbeit folgend, bildet die Wohnung das intersektorale Kopplungselement, wodurch Aktivitäten im Bereich Gesundheit inhärent alle Sektoren und ihre Akteure berühren.
3. **Bewohnervereine und Angehörigengruppierungen** als Vertreter der Nutzergruppe.
4. **Ambulante Pflege- und Betreuungsdienstleister** agieren an der Schnittstelle zwischen medizinischer Versorgung und ambulanter Betreuung in der Wohnung sowie dem Bewohner und ggf. seinen Angehörigen.
5. **Kommunale Institutionen**, insbesondere die Fachbereiche und Referate, wie Bau, Soziales (z.B. das Seniorenbüro oder sozialpädagogische Dienste) und Gesundheit (u.a. Gesundheitsplanung) sind in der Städtebau-, Quartiersplanung und -betreuung von entsprechenden Vorhaben betroffen.
6. **Technische Dienstleister** aus dem Bereich Bau oder Elektrik leisten die notwendigen Aus- und Umbaumaßnahmen. Die Komplexität der notwendigen Infrastrukturen erfordert die Aus- und Weiterbildung, damit die Breite der Installation realisiert und später betreut werden kann, ohne wissenschaftliche Ressourcen zu binden.
7. **Wissenschaftliche Akteure** spielen im Bereich der Planung und Durchführung von Forschungsvorhaben ebenso eine wichtige Rolle, wie als Kontrollinstanz in Beiräten oder Aufsichtsgremien.

Ethische, soziale und rechtliche Aspekte Teil der Erwartungen an die Rolle des Forschungssystems sind - dem Rollenmetamodell folgend - Werte, Rechte und Pflichten. Sie bilden das statische Rahmenwerk zur Erfüllung der dynamischen Rollenanteile und bestimmen damit die Handlungen. Für den konkreten Fall des Forschungssystems spielen hier die ethischen, sozialen und rechtlichen

Aspekte (auch “ELSI” für engl. “ethical, legal and social implications”) der Forschungsvorhaben eine maßgebliche Rolle. Die Wohnung bildet einen Kernbereich des persönlichen Lebens, dessen Unversehrtheit und Unverletzlichkeit Verfassungsrang hat (vgl. Abs. 3.2.2.2 sowie Abs. 3.2.2.4). Dies kommt zu der ohnehin notwendigen, nachvollziehbaren Begründung der Forschung am Menschen aus ethischer Sicht hinzu. Während einige Handlungen und Assistenzsysteme anderer Rollen gesunde Bewohner adressieren, so richtet sich doch ein Großteil der Forschungsansätze an vulnerable Personengruppen mit teilweise erheblichen Einschränkungen physischer und psychischer Art.

Forschungsdaten Die Handhabung von Forschungsdaten aus dem häuslichen Umfeld lässt sich aus der klinischen Forschung ableiten. Die maßgeblichen Aspekte sind die Bildung von Forschungsregistern, das Ermöglichen von Datenspenden und die selektive Sammlung von ambienten Daten.

Zur Bildung einer Forschungsinfrastruktur gehört neben der Ausrüstung der Wohnungen selbst auch die Einrichtung von Registern, um die explorative Forschung in neuartigen Datensätzen zu ermöglichen. Die Potentiale dieser Daten zeigt das GAL NATARS Projekt (vgl. [72] und Abs. 3.2.5.3). Eine Zusammenführung der Datensätze aus verschiedenen Wohnung ist notwendig, um die bisher geringen bis mittleren Fallzahlen effizient nutzen zu können.

In Ergänzung dazu kann die Partizipation der Bewohner angeregt werden, um anonyme Datenspenden aus den ausgestatteten Wohnungen zu erhalten. Neben der inhaltlichen Bindung an die Forschungsprojekte würden hierbei vor allem explorative Fragestellungen profitieren, welche sich an die Phase 0-Studien in Labor- und Testumgebungen anschließen.

Im Kontrast dazu muss - der Natur späterer Fragestellungen und den ELSI-Betrachtungen folgend - für weitere Studienphasen eine selektive Erhebung bestimmter häuslicher Daten möglich sein. Die entsprechende Sensorinfrastruktur beschränkt dabei die Datenspeicherung auf die, für die Studie relevanten Konzepte, ohne ihre sonstige Funktionalität einzuschränken. Das lässt sich mit hierfür, im Rahmen der Studie in die Wohnung eingebrachter Technik zumeist einfach realisieren, da es sich um getrennte Anwendungssysteme handelt, bringt jedoch die in Abs. 3.2.1 und Abs. 3.2.2 dargelegten Nachteile mit sich. Gewerkeübergreifende Systeme müssen also eine entsprechende Funktionalität zur kontrollierten Speicherung auf Anforderung bereithalten und sonst, im Sinne der Datensparsamkeit, keine Daten aufzeichnen.

Zielorientiertes, domänenübergreifendes Narrativ Die trivial erscheinende Notwendigkeit von lösungsorientiertem Vorstellungsvermögen prägt zwar den wissenschaftlichen Alltag, ist jedoch in der Etablierung neuer Forschungsumgebungen, wie sie in diesem Fall die Wohnung darstellt, keine Selbstverständlichkeit. Insbesondere im Bezug auf informationstechnisch getriebene Weiterentwicklungen müssen potentielle, zu untersuchende Mehrwerte im Forschungsnetzwerk konsentiert werden. Bei den hier adressierten, gewerkeübergreifenden und transprofessionellen Ansätzen bedarf es deshalb eines gemeinsamen, verständlichen Narratives über die angestrebte Situation, das alle beteiligten Akteure in ihren Domänen umfasst. Diese politisch anmutende Anforderung schlägt sich direkt in der Realisierbarkeit nieder. So ermöglichen erst das Vorhandensein dieser Zieldefinition - in Form einer konsentierten Vision - die Rechtfertigung der Zusammenarbeit auf den notwendigen Ebenen und lässt sich - dem Gedanken des strategischen Managements folgend - in der Steuerung des Forschungsfeldes einsetzen.

3.2.11.3. Realisierung

ISEK BS 2030 Zur strategischen Planung der Stadtentwicklung hat die Stadt Braunschweig ein integriertes Stadtentwicklungskonzept (kurz “ISEK”, [381]) erstellt. Ziel des ISEK ist die Lenkung der fachlichen Planungen der Verwaltung auf ein gemeinsame, städtische Zielsetzungen. Das ISEK ist ein “informelle[s] Planungsinstrument[...] und geht über eine rein grafische Darstellung der Nutzung [von Stadtflächen] hinaus.” [381, S. 9]

Der Prozess wurde strukturiert durch fünf Leitziele, die in zwölf Arbeitsfeldern von zugehörigen Arbeitsgruppen bearbeitet worden sind. Im *Arbeitsfeld 11: Gesundheit* (folgend AG11) war das PLRI beteiligt und in Person des Autors zur Einbringung von inhaltlichen Impulsen aufgefordert. Die eingebrachten Themen waren dabei die Forschung zur Wohnung als diagnostischer und therapeutischer Raum, sowie die Gestaltung einrichtungsübergreifender Gesundheitsversorgungsprozesse und deren Unterstützung durch transinstitutionelle Informationssysteme. Beide Themen wurden von der AG11 aufgegriffen und flossen in das ISEK ein. Hierfür erfolgte die Erstellung jeweils eines Sachstandes und Handlungsauftrages zum Thema “Gesundes Wohnen” (vgl. Anhang D.1 und Anhang D.2). Sie dienten als Grundlage für mehrere, sogenannte *Maßnahmenblätter* der AG11 (vgl. Anhang D.3), welche die inhaltlichen Schritte bereits begonnener und angestrebter Projekte umrissen. Ergebnis waren ein Rahmenprojekt im ISEK, welches die beiden Handlungsfelder beschreibt und strategische Zielsetzungen festhält (siehe Abb. 3.27).

Inhaltlich sind sowohl die Schaffung einer Forschungsinfrastruktur, eines Forschungsnetzwerkes (vgl. Maßnahme “(Wieder-)Einsetzung von eHealth.Braunschweig”, [381, S. 158, links]) sowie die Etablierung eines Forschungsregisters für Wohnungsdaten genannt. Das ISEK bildet damit die strategische Grundlage für eine Reihe von Kooperationsprojekten deren Realisierung, durch Mitwirkung der Stadt einen starken praktischen Bezug über die Forschung hinaus bekommt.

AGT Labore und AAL Installationen Forschungsvorhaben zur Validierung assistierender Gesundheitstechnologien (AGT) erstrecken sich, wie bei allen Gesundheitstechnologien über alle Studienphasen (vgl. Abs. 3.2.5.2). Die Wohnung als Forschungssystem soll die Durchführung entsprechender Studien unterstützen. Zur Realisierung der präklinischen Phase und bei Phase 0 Studien kommen Labore und Demonstratoren zum Einsatz (vgl. u.a. [45,68,74,164]). Sie spiegeln die dualen Anforderungen des Forschungsraumes und -gegenstandes wider, indem sie einerseits als Testumgebung für präklinische Tests von AGT dienen und andererseits als AAL-Umgebung selbst entsprechend getestet werden können.

Im Folgenden sollen die Labore und Demonstratoren des Peter L. Reichertz Institutes für Medizinische Informatik (PLRI) als Realisierungsbeispiele dienen.

AGT Labor am PLRI Das “AGT Labor” am PLRI Standort Braunschweig ist im Rahmen des GAL Projektes entstanden [311,382]. Primäres Ziel der Einrichtung ist die Nachbildung einer altersgerechten Wohnung zu Entwicklungs-, Test- und Demonstrationszwecken. Es handelt sich um eine Raum-in-Raum-Installation einer zwei-Zimmerwohnung mit offenem Wohn- und Essbereich, Schlafzimmer und Bad. Die Räume sind komplett eingerichtet und voll funktionsfähig (Strom, Wasser, Abwasser). Zusätzlich zu den elektrischen Anlagen, wie Schalter, Beleuchtung und Steckdosen, sind eine Reihe von ambienten Sensoren verbaut, welche die

2

WOHNEN MIT ASSISTENZSYSTEMEN

Das sichere Wohnumfeld ist ein Primärbedürfnis aller Altersgruppen. Es erhält und steigert Selbstbestimmung und Wohlbefinden in physischer, mentaler, emotionaler und sozialer Dimension. Technische Assistenzsysteme können dabei helfen, gesund zu bleiben bzw. zu werden, sich zu informieren, in Kontakt zu bleiben oder sich verändernde Lebensumstände zu begleiten. Die Gesundheitsversorgung kann mit ihnen umfassender und effektiver gestaltet werden. Außerdem bilden die Daten von Assistenzsystemen einen wichtigen Anknüpfungspunkt für medizinische Studien. Obwohl die assistierende Ausrüstung von Wohnungen technisch machbar ist, sind bislang nur wenige Demonstrationsobjekte vorhanden. Ziele des altersangepassten, technisch assistierten Wohnens sind letztlich Sicherheit und Wohlbefinden in allen Lebensphasen. Die Stadt Braunschweig strebt bis 2030 über 1.000 Wohnungen mit technischen Assistenzsystemen an.

ERHÖHUNG DER ANZAHL VON WOHNUNGEN MIT ASSISTENZSYSTEMEN & STÄRKUNG DER FORSCHUNG ¹

Die Nibelungen-Wohnbau-GmbH plant bis November 2018 in der Braunschweiger Weststadt den Neubau von rund 219 Wohnungen. Am angrenzenden Alsterplatz wird ein Wohnkomplex für eine ambulant betreute Wohn- und Pflegegemeinschaft entstehen. Die Apartments werden mit einem Gebäudeautomatisierungssystem ausgestattet, das die Einrichtung technischer Assistenzsysteme mit medizinischer Zielstellung ermöglicht.

Zur Gewinnung aussagekräftiger Daten reicht diese Anzahl ausgestatteter Wohnungen jedoch nicht aus. Gerade die Braunschweiger Wohnungsunternehmen mit ihrem großen Bestand sollen daher als starke Partner gewonnen werden. Sie können die Anzahl ausgestatteter Wohnungen erhöhen und würden damit eine breite Datenbasis für die Forschung liefern.

Um die Gesamtmenge der ermittelten Daten optimal nutzen zu können, sollen die Datenbestände der einzelnen Wohnungen letztlich in ein anonymes Forschungsregister integriert werden. So können übergreifende Fragestellungen unabhängig von der konkret eingesetzten Technologie beantwortet werden.

BRAUNSCHWEIGER SENSOR-BOX ²

Neben den Wohnungsunternehmen sollen auch private Eigentümerinnen und Eigentümer angesprochen werden. Dabei soll die „Braunschweiger Sensor-Box“ als Demonstrations- und Einstiegs-Paket helfen, der Bevölkerung das Thema Wohnen mit Assistenzsystemen näher zu bringen. Die Box beinhaltet bereits eine Reihe von Sensoren und ist so gestaltet, dass sie einfach zu begreifen und anzuwenden ist. Enthalten sind zum Beispiel:

- Bewegungsmelder,
- Schließkontakte,
- Strommessgeräte,
- Helligkeitssensoren,
- Durchflusszähler.

Die Daten werden in einem Speicher gesammelt und anonymisiert an das Forschungsregister weitergeleitet.

Abbildung 3.27.: Rahmenprojekt R.23 “Gesund vernetzt” des integrierten Stadtentwicklungskonzeptes Braunschweig 2030, Teil “Wohnen mit Assistenzsystemen” (Quelle: eigene Texte, verfasst in [381, S. 159])

Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Helligkeit sowie den Taupunkt und Status der Türen messen. In der initialen Konfiguration des Labors sind die Komponenten durch ein KNX Bussystem [160] realisiert worden. Mit Entwicklung von SmallCAN und BASIS (vgl. Abs. 4.1 und [138,177]) wurde die KNX Infrastruktur durch dieses Bussystem ersetzt¹². Da BASIS-Busgeräte in der Regel ihre aktive Komponente im Gerät selbst tragen - eine Auswahl ist nur das verlustfrei schaltende drei-Phasen-Relais für den Herd - reduzierte der Umbau die Kabelmenge um ca. 90% und den eingenommenen Raum im Schaltkasten um ca. 75%.

Durch die offene Systemarchitektur (vgl. Abs. 3.2.1.3) ist für die Forschung und Entwicklung ein direkter Zugriff auf alle Busgeräte und damit deren Messwerte, Aktorikeingänge und den Hardwarestatus möglich. Die Umgebung dient als Entwicklungsraum für neue Geräte, wie den entwickelten Schlafsensor (vgl. Abs. 3.2.8.3) oder kapazitive EKG-Sensoren im Fernsehsessel und Bett.

Innenansichten des Labors zeigen Abb. 3.28 und Abb. 3.29. Weitere Bilder finden sich in Anhang G.



Abbildung 3.28.: AGT Labor, Panorama aus dem Flur. (Quelle: eigene Aufnahmen)



Abbildung 3.29.: AGT Labor, Panorama aus dem Wohn-Essbereich. (Quelle: eigene Aufnahmen)

GAL NATARS Die eigentliche Realisierung der Sensorinstallation von GAL erfolgt im GAL NATARS Projekt [72]. In Messzeiträumen von drei Monaten wurden mit 14 Probanden die technische Machbarkeit poststationären, häuslichen Monitorings untersucht. Als Ground-

¹²Die Umrüstung erfolgte durch den Autor.

Truth dienten die Daten parallel durchgeführter geriatrischer Assessments, durchgeführt von medizinischen Studienmitarbeitern.

Die Monitoringlösung bestand aus einem Set, in der Wohnung verklebter Sensorik, die sich nach Ende der Beobachtungszeit rückstandslos entfernen ließ. Zum Einsatz kamen funkbasierte Tür-/Fensterkontakte, Erschütterungssensoren, Bewegungsmelder, Stromsensoren und ein körperbezogener, drahtloser Beschleunigungssensor. Die Daten der Komponenten wurden durch eine zentrale Rechneinheit zusammengeführt und später per USB-Stick zu Auswertung übertragen. Die Komponenten in der Transport- und Installationsbox zeigt Abb. 3.30.

Zur Realisierung des Forschungsvorhabens war die komplette Entwicklung eines Prozesses von der Sensoransteuerung über die Datenaufnahme bis zur Auswertung notwendig. Es konnte auf keine bestehende Infrastruktur zurückgegriffen werden. Hinzu kamen Probleme durch die drahtlosen Sensoren, deren Information mitunter fehlerhaft, zeitverzögert oder gar nicht auftrat. Zu bedenken sind auch die Sicherheit von Funkkomponenten, deren notwendige Wartung sowie eventuelle, durch Sichtbarkeit der Sensorik entstehende, negative psychologische Effekte.



Abbildung 3.30.: GAL Natars Sensoren und Rechnersystem in Transportbox zur Installation in Probandenwohnung. (Quelle: eigene Aufnahmen der von Marschollek et al. zusammengestellten Box [72])

Halberstadtstraße Die erste permanente Installation in einer bewohnten Wohnung ist in Zusammenarbeit mit der Nibelungen Wohnbau GmbH in der Halberstadtstraße in Braunschweig realisiert worden [44,383]. Ziel ist die technisch-organisatorische Machbarkeit in einer konventionell vermieteten Wohnung zu zeigen. Verbaut sind Bewegungsmelder, Türkontakte, Lichtschalter, Wasserzähler und Strommessgeräte, welche alle durch das Bussystem KNX verbunden sind. Ein Mini-PC im Schaltschrank der Wohnung führt die Sensor- und Aktordaten zusammen und speichert sie in einer zentralen Datenbank.

Durch die bauliche Integration der Komponenten, lässt sich eine unauffällige Umgebung realisieren. Die KNX-Komponenten haben jedoch im Bereich Kosten, Energieeffizienz, Datenzugriff und Wartung Grenzen, die sie für die flächendeckende Realisierung großer Forschungsvorhaben sowie den Transfer in den Alltag bedingt einsatzfähig machen.

Ilmenaustraße Eine weitere Demonstratorinstallation findet sich in einer Einrichtung für betreutes Wohnen der Baugenossenschaft ›Wiederaufbau‹ eG in der Ilmenaustraße in Braunschweig, welche von ambet e.V. (kurz für “Ambulante Betreuung hilfs- und pflegebedürftiger Menschen”) betreut wird. Die Wohnung ist von einem älteren Mann mit diagnostizierter Demenz bewohnt. Auch hier ist das Ziel die technische Machbarkeit und die Translation in die praktische Anwendung. Das eingesetzte Bus-System der Firma Provedo GmbH¹³ lässt sich durch Flachkabel unter der Tapete anbringen. Die Softwarequalität erlaubt jedoch keine kontinuierliche Messung, wodurch ein Einsatz als Forschungsinfrastruktur schwierig ist.

Bochumer Straße Im Rahmen des BASIS Projektes wurden sechs Wohnungen der Nibelungen Wohnbau GmbH in der Bochumer Straße in Braunschweig mit dem entwickelten Bus-System und entsprechenden Sensoren und Aktoren ausgestattet.¹⁴ Insgesamt sind über 600 Geräte verbaut, welche zunächst in einem Bus-Segment mit einem Building Manager (BM, siehe Abs. 3.2.1.3) verbunden sind. In der Wohnung selbst sind nur konventionelle Bedienelemente erkennbar. Die Funktionalität wird durch Softwarekomponenten der Busknoten realisiert. Eine Auswahl der verbauten Geräte zeigt Abb. 3.31.

Die BASIS-Wohnungen sind dauerhaft von gesunden Probanden bewohnt (Mitarbeiter und Studenten), sodass die Entwicklung und prototypische Validierung von neuen Busgeräten und Prozessen flexibel und kurzfristig möglich ist. Die Miete selbst wird im Rahmen eines Förderprojektes übernommen, sodass ausschließlich Nebenkosten anfallen. Ferner dient eine der sechs Wohnungen als Konferenz- und Demonstrationswohnung, in der die Funktionsweise des Systems gezeigt werden kann. Diese “Live-Umgebung” ermöglicht die direkte Präsentation technischer Möglichkeiten, insbesondere für fachfremde Netzwerkpartner und bildet somit die maßgebliche Grundlage für die Entwicklung gemeinsamer, interdisziplinärer Forschungsideen.

Für die Dauer der Entwicklung des Systems ist ein Zugriff auf den Bus von außen möglich, sodass die Arbeitsweise einzelner Geräte überwacht oder die Plausibilität von Prozessen geprüft werden kann. Telegramme können in der Datawarehouse-Partition des Building-Managers (vgl. Abs. 3.2.2.3) gespeichert und für die spätere Auswertung entsprechend standardisiert abgerufen werden (vgl. Abs. 3.2.2.3).

Kontextbezogene Datensammlung Die anlassbezogene Konfiguration der Datensammlung in AAL-Umgebungen ist insbesondere relevant in flexiblen Systemen mit hoher inhaltlicher Bandbreite, also einer Vielzahl unterschiedlicher Mess- und Datenpunkte. Hiermit kann neben technischen und pragmatischen Anforderungen, beispielsweise zur Begrenzung der Telegrammrates oder des Speicherplatzes, auch den Anforderungen der Datensparsamkeit als Prinzip des Datenschutzes begegnet werden. Während in Forschungsinfrastrukturen auch längerfristige Datensätze vorgehalten werden müssen, sollen im Alltagsbetrieb nur tatsächlich nötige Datensätze erstellt und dann möglichst kurz gespeichert werden. Ferner sollen Auswertungen und Berechnungsfunktionen aus Optimierungserwägungen an einer zentralen Stelle implementiert und kontrolliert werden.

Zur Realisierung dieser Anforderungen ist die BASIS Datawarehouse Partition (vgl. Abs. 3.2.2.3)

¹³Das Unternehmen ist seit Ende 2018 insolvent. Die Webseiten und Referenzen sind nicht mehr erreichbar.

¹⁴Die Realisierung erfolgte unter Mitwirkung des Autors.



Abbildung 3.31.: Innenansicht mit Sensoren und Geräte einer BASIS-Demonstratorwohnung. **v.l.n.r.:** Flur Ansicht mit Nachtluchtern, Einbauküche mit integrierter Sensorik und Aktorik (Licht, Herdabschaltung, Stromverbrauch, etc.), Sensor-Array an der Decke jedes Raums (PIR-Sensor, Helligkeitssensor, Temperatursensor, VOC-Sensor), Steckdosen (mess- und schaltbar) mit integriertem Busgerät in der Unterputzdose und Bus-Steckdose für externe Geräte, Nachtlucht, Bedienelement für die Heizungssteuerung, Busgeräte an der Wohnungstür mit Textdisplay, Wohnungswahlschalter und Lichtschalter. (Quelle: eigene Aufnahmen)

um eine Funktionalität zur Annahme von Speicher- und Auswertungsaufträgen erweitert worden¹⁵. Verantwortlich hierfür ist ein Software Layer, der unter Verwendung der HL7 FHIR Ressource *Task* [152] die neu eingehenden Bustelegramme - hier ja gespeichert als *Observation*-Ressourcen (vgl. Abs. 3.2.1.3) - selektiert und entsprechenden Auswertungsaufgaben zuordnet. Mit Hilfe des Observer-Patterns arbeitet diese **TaskManager**-Klasse nebenläufig. Sie führt ferner die entsprechenden Aggregationen und Auswertungen der Sensorwerte durch und stellt die Ergebnisse als aggregierte *Observation* bereit. Durch Anlage einer, als vorläufig markierten *Observation*, welche später mit dem Ergebnis der *Task* gefüllt wird, ist eine komplette, persistente Abbildung des Bearbeitungszustandes in Form von FHIR-Ressourcen möglich, wobei alle Attribute in ihrer ursprünglichen Bedeutung standardkonform genutzt werden. Durch diesen zustandsfreien (engl. "stateless") Ansatz können die Kontrollmechanismen der BASIS-Laufzeitumgebung greifen, ohne dass Informationen verloren gehen. Abgearbeitete Aufgaben sind vom Auftraggeber, etwa andere BASIS-Plugins oder nutzerinduzierte Analysen, als *Observation* abrufbar. Den kompletten Ablauf zeigt das Sequenzdiagramm in Abb. 3.32.

Die Implementierung ist vorerst eingeschränkt auf eine beispielhafte Aggregationsfunktion und nutzt zustandsbehaftete Zwischenspeicher, um fehlende Funktionalitäten der zugrundeliegenden Datenbank zu kompensieren.

Wohnen am Alsterplatz Im Rahmen der Neugestaltung des Wohngebietes am Alsterplatz in der Braunschweiger Weststadt baut die Nibelungen Wohnbau GmbH insgesamt 219 Wohnungen, welche mit der notwendigen Kleinspannung in der Unterverteilung sowie tiefen Unterputzdosen und Busverkabelung zur Installation von BASIS Busgeräten ausgestattet sind. Neben den regulären Wohnungen, welche sich insbesondere auch an ältere, alleinstehende Personen richten, entsteht in einem zentralen Gebäudekomplex auch eine ambulant betreute Wohn-Pflegegemeinschaft

¹⁵Die Implementierung erfolgte im Rahmen der Arbeit [384], betreut und angeleitet vom Autor.

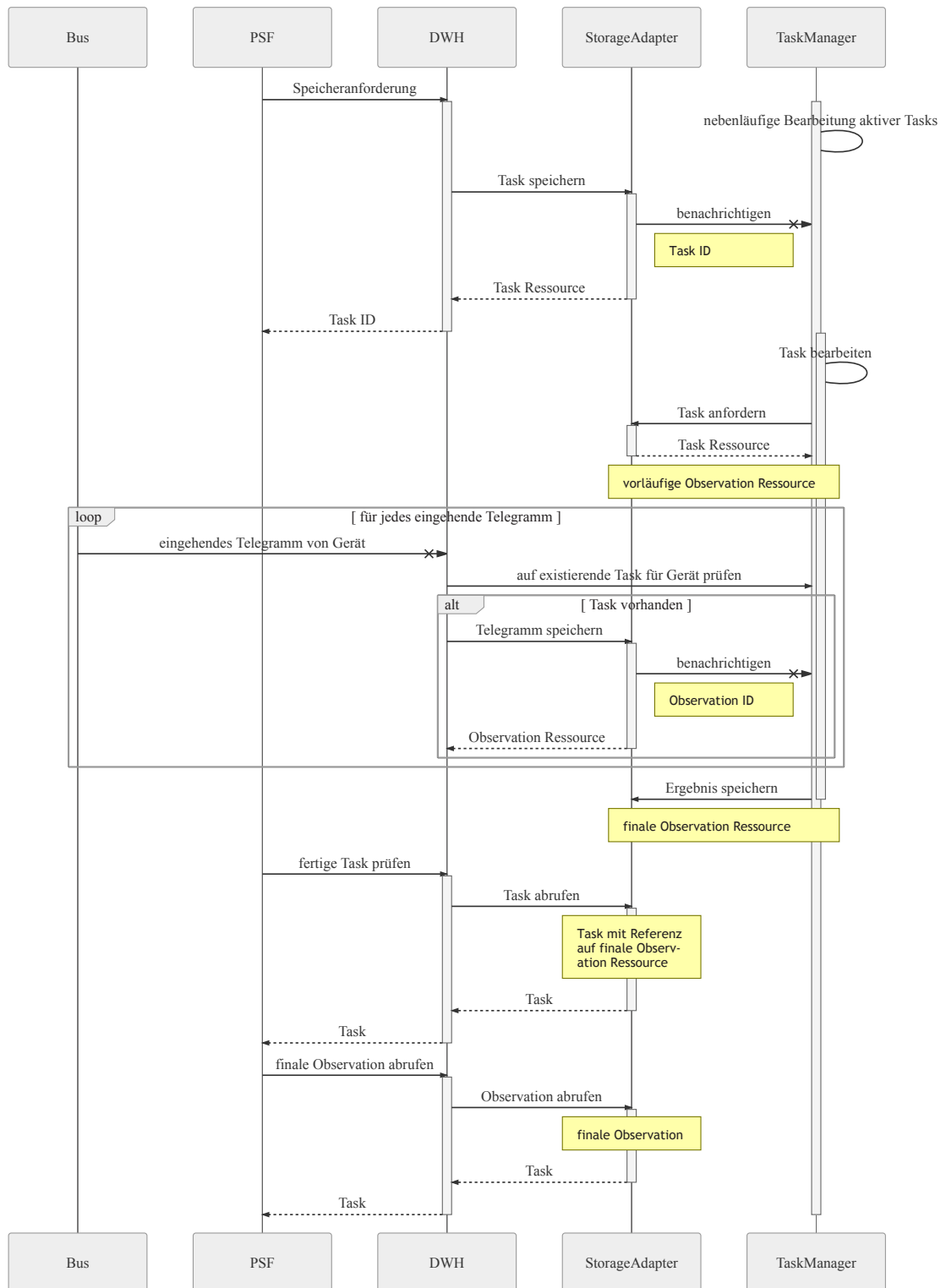


Abbildung 3.32.: UML Sequenzdiagramm zum Beauftragen und Abarbeiten der Speicheranforderung eines BASIS Plugins (PSF) bei der BASIS Datawarehouse Partition (DWH). (Quelle: eigene Darstellung)

für acht Bewohner mit einem gemeinsamen Wohn-, Koch- und Essbereich sowie acht 1-Zimmer-Apartments. Alle Räumlichkeiten enthalten die verfügbaren BASIS Busgeräte (u.a. Beleuchtung, Schalter, Steckdosen, Bewegungsmelder, Tür-/Fensterkontakte, Lichtmengensensor, Nachlichter, Lichtschranken, Ventile und Raum-Thermostate, Rollo-Motoren). Die Geräte sind durch die Vorrüstung in allen anderen Wohnungen ebenfalls integrierbar, ohne einen erneuten Umbau vorzunehmen.

Durch die umfangreiche Vorrüstung kann eine erhebliche Steigerung der Anzahl von Wohnungen in der Forschungsinfrastruktur realisiert werden. Die geringen Aufwände bei Neubauten haben die Nibelungen Wohnbau ebenfalls dazu veranlasst, weitere 1200 Neubauwohnungen mit der Kleinspannung, der Busverkabelung sowie den tiefen Unterputzdosen und deren zusätzlichen Auslässen auszustatten. Diese stehen als grundlegende Infrastruktur für die Ausrüstung mit Bus-Komponenten zu Verfügung. Ausschlaggebend für die Initiative waren neben den medizinischen Anwendungsfällen vor allem die energetischen und wohnungsbaulichen Mehrwerte, was die direkten Vorteile der gewerkeübergreifenden Mehrfachnutzung einer Infrastruktur als Forschungsraum verdeutlicht.

3.2.11.4. Diskussion

Entlang der Entwicklungsphasen für häusliche Informatikdiagnostika und -therapeutika gibt es eine Reihe von Laborinstallationen und Demonstratoren. Ein Großteil bedient hier die rein technische Machbarkeit, ohne die Intention einer Gesundheitstechnologieentwicklung oder Versorgungsprozessintegration (vgl. hierzu frühe Installationen, wie [47,49,51,57,63,65,378]). Wird die Bildung einer Forschungsinfrastruktur angestrebt, ist sie meist nur sekundäres Ziel und der Erbringung einer primären Dienstleistung nachgelagert. Dies stützt den vorgeschlagenen gewerkeübergreifenden Ansatz, wenngleich dieser eine noch breitere Streuung über die Professionen und damit möglichen Dienstleistungsdomänen beinhaltet. Wird allein die medizinisch-pflegerische Domäne in einem integrierten Ansatz bedient, wirkt sich dies jedoch schon positiv auf die Anzahl der Installationen aus. So erreichen Unternehmen, wie ORCATECH [67,68], Great Northern Haven (GNH, vgl. [73]) oder TigerPlace [70,71] auch größere Zahlen von Installationen von 16 bis zu über 200 und nutzen diese zu Forschungszwecken.

In der Wahl der Technologie spiegeln sich auch die hier gezeigten Ansätze in der Literatur wider. Während GNH auch das hier gezeigte KNX verwendet, setzen ORCATECH und TigerPlace auf X10 basierte Geräte, welche über Powerline - also auf die Stromleitung modulierten Netzwerkverkehr - kommunizieren. Den Einsatz funkbasierter Komponenten als Box-Installation verfolgte auch das CASAS Projekt (vgl. [74]) und erreichte 32 Installationen, die jedoch primär auf die Dokumentation technischer Machbarkeit ausgerichtet waren.

Aus den Installationen lässt sich die Notwendigkeit für Demonstratoren ableiten, um die Mehrwerte der verschiedenen Gewerke sichtbar zu machen. Lassen sie sich kombinieren, trägt die Ausrüstungsabsicht in Bezug auf die Verwendung in einem Anwendungsfall, beispielsweise Energieeffizienz, zur Verfügbarkeit für andere Domänen bei und eine Sekundärnutzung wird möglich. Die alleinige Installation von ausschließlich auf AAL ausgerichteten Komponenten hat sich als machbar, jedoch nicht effizient herausgestellt. Sind die Voraussetzungen niederschwellig und die Einsatzmöglichkeiten breiter, wird auch ein wirtschaftlicher Nutzen von Gebäudeeignern oder Wohnbauunternehmen gesehen.

Die Notwendigkeit diese Entwicklungen in gemeinsame Planungen zu integrieren zeigt sich in der erfolgreichen Aufnahme in das ISEK Braunschweig. Auch andere strategische Erwägungen, wie die “Smart City Charta” [385], oder methodische Leitfäden, wie das “Living Lab Methodology Handbook” [380], zeigen die Notwendigkeit integrierter Ansätze und die Eingliederung in gesamtstädtische Planungen. Die Ausdehnung medizinischer Versorgungsprozesse unter Einbezug der Wohnung als Gesundheitsstandort ist demnach ebenso im Kontext städtebaulicher und raumplanerischer Strategien zu betrachten. Als Voraussetzung für dieses Neudenken ist eine betrachtbare Installation unabdingbar. Welzer drückt das mit dem Worten “Utopien muss man anschauen können.” als einen seiner “11 Merksätze zum neuen Realismus” aus [386, S. 295].

Als Folge der Integration von mehrfach nutzbaren technischen Assistenzsystemen in reale Wohnungen verdeutlichen sich Lücken in der Diskussion von ELSI-Aspekten. Während datenschutzrechtliche Fragen bereits mit Bezug zur Mensch-Technik-Interaktionsforschung bearbeitet werden (vgl. u.a. Projekt GUIDE, [387]), sind ethische und soziale Aspekte dieser Forschungsbereiche noch Gegenstand von Diskussionen [194,388,389]. Die Ausdehnung der Betrachtung dieser ELSI-Aspekte auf den realen Wohnbetrieb ist noch weniger weit. Aus Gesprächen mit den beteiligten Projektpartnern wird eine Notwendigkeit deutlich, welcher jedoch erst in Anfängen nachgekommen wird. Die Wohnung in ihrer Rolle als Forschungssystem wirft also mittelbar auch sozial- und gesellschaftswissenschaftliche Fragestellungen auf.

3.2.11.5. Einbindung in Versorgungsprozesse und weitere Rollen

Die Einbindung des Forschungssystems Wohnung in den Versorgungsprozess erfolgt indirekt durch die Entwicklung neuer Gesundheitstechnologien, welche wiederum einzubinden sind. Ferner kann die Einbindung der Wohnung selbst - hier als Forschungsgegenstand - das Ziel von entsprechenden Vorhaben sein, die sich jedoch nicht mehr in dieser Rolle wiederfinden, sobald sie zur Regelversorgung gehören und die Wohnung im Rahmen einer anderen Rolle aktiv wird. Diese Sicht wird etwas aufgeweicht, durch die Möglichkeit auch Daten etablierter Versorgungsprozesse zu Forschungszwecken nutzen zu können. Hierbei ist die Einbindung in den Versorgungsprozess dann zugehörig zur der entsprechenden Rolle geschehen und es Bedarf darüber hinaus nur eines Transfers der kontextbezogen gesammelten Daten (vgl. Abs. 3.2.11.3) in einem strukturierten, standardisierten Archivformat (vgl. Abs. 3.2.2.3).

Hieraus lässt sich direkt die Verbindung zu anderen Rollen ableiten. In der basalen Betrachtung von Handlungen im Rahmen der Rolle als Forschungssystem werden Daten erhoben und gespeichert, es besteht also eine direkte Abhängigkeit zu Fähigkeiten der Wohnung als Messinstrument, Datenspeicher und Informationsquelle. Letztere bietet in Verbindung mit der Wohnung als Gesundheitsmanager auch die Funktionalitäten zur Einwilligung zu Forschungsvorhaben oder zur Rekrutierung. Darüber hinaus entsteht durch die duale Betrachtung der Wohnung als Forschungsraum und Forschungsgegenstand eine rekursive Abhängigkeit zu allen anderen Rollen, da sie selbst Gegenstand von Forschungsvorhaben sein können.

3.3. Zwischenfazit zur Rollenanalyse

Die Analyse der Rollen hat ein breites Spektrum von Anforderungen und möglichen Realisierungen gezeigt, die im Zuge der Handlungen identifizierter Rollen beachtet werden müssen. Die Ausgestaltung verdeutlicht und verfeinert dabei die Systematisierung der Rollen aus Abs. 2.4.2. Waren hier bereits “fundamentale”, “inhaltliche” und “übergeordnete” Rollen ersichtlich, verstärkt sich diese Dreiteilung in der methodischen Dimension identifizierter Anforderungen und entsprechender Realisierungen. Konkret sind insbesondere die Rollen 📡 Messinstrument, 💾 Datenspeicher, 📰 Informationsquelle und 🗳 Entscheidungsunterstützungssystem als strukturelle Grundlage zu erkennen. Die Wohnung bildet durch Rollenübernahme in gezeigter Weise die **Infrastruktur** für darauf aufbauende, inhaltliche Handlungen der Rollen ❤️ diagnostisches Instrument, ⚙ Therapeut und Akteur, 🔄 sozialer Integrator, 🏠 Präventionsinstrument und 🛠 Pflegesystem. Sie sind durch die Erfüllung der dargestellten Anforderungen primär auf das Abdecken versorgungstechnischer Anwendungsfälle und Mehrwerte ausgerichtet, also dem Anbieten von **Dienstleistungen**. Bereits in der grundlegenden Strukturierung zu erkennen war die übergeordnete Funktion der Wohnung als 🧠 Forschungssystem. Die Rollenanalyse hat hier gezeigt, dass die duale Betrachtung aus Forschungsgegenstand und Forschungsumfeld die Akteure auf Basis bestehender Infrastruktur und Dienstleistungen verknüpft. Die internalisierten und externalisierten Blickwinkel ergeben methodologisch ein **Netzwerk** der Beteiligten. Dies gilt ebenso für die Rolle 🧑🏻 Gesundheitsmanager. Die explizit verknüpfenden Handlungen überspannen zwar die in Abb. 2.7 gezeigten fünf Funktionen auf inhaltlicher Ebene, schaffen aber methodisch wiederum ein Netzwerk, die den Realisierungscharakter der Rolle prägt.

Die inhaltliche Zusammenfassung der Anforderungen zeigt auch prinzipielle Schwerpunkte, die sich wiederum aus den methodischen Ebenen ergeben. So sind die infrastrukturell orientierten Rollen auf **Nachhaltigkeit** ausgerichtet, schaffen sie in der Realisierung doch langfristig verfügbare Plattformen. Dienstleistungsorientierte Rollen müssen insbesondere unter dem Gesichtspunkt der **Öffentlichkeit** realisiert werden, sollen sie doch frei verfügbar und patienten- bzw. hier bewohnerzentriert entwickelt werden. Das gleiche Prinzip verfolgen die netzwerkorientierten Rollenhandlungen, indem das Netzwerk an sich durch Vertreter und Interessengruppen der Öffentlichkeit verstärkt werden soll. Analog zu geschaffener Infrastruktur müssen auch die Netzwerke auf Nachhaltigkeit orientiert sein, um dienstleistungs- und infrastrukturübergreifende Strategien aufrecht zu erhalten. Die Betrachtung der übergeordneten Rolle des 🧠 Forschungssystems zeigt im internalisierten Blick die Notwendigkeit der **Wissenschaft** als prinzipielle Grundlage der Handlungsgestaltung und damit aller Rollen.

4 Realisierungsprojekte

Dieses Kapitel zeigt die mitgestalteten Projekte auf und schildert deren Ziel und Inhalt kurz linear, da die Referenzierung einzelner Aspekte in den Unterkapiteln von Kapitel 3 den Gesamtcharakter des Projektes mitunter nicht erkennen lässt.

Die inhaltliche Schilderung beschränkt sich auf die Aspekte der Projekte, die vom Autor dieser Arbeit direkt oder unter Mitwirkung realisiert wurden. Die Diskussion ist bereits in den entsprechenden Rollenkapiteln geschehen und wird hier nicht nochmal aufgegriffen.

4.1. BASIS

Das Projekt “Building Automation by a Scalable and Intelligent System”(BASIS) adressiert die zunehmenden Anforderungen technischer Gebäudesteuerung durch einen integrierten, energieeffizienten Ansatz. Dem Projekt kommt, als Grundlage der Realisierung der Anforderungen an die Wohnung als Messinstrument und Datenspeicher, eine besondere Bedeutung zu. Die Förderung erfolgt vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie im Rahmen der Linie “Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM)” mit den Fördernummern VP2619503MS3 (BASIS) und ZF4007102MS7 (BASIS-AAL). Die grundlegenden Projekteinhalte finden sich in Schrom et al. [177] sowie mit spezifischeren Betrachtungen der AAL-Domäne in Schwartz et al. [137,149,151,289,304]. Das nachfolgende Kapitel stellt das Projekt dar und verweist ggf. auf die entsprechenden Realisierungsabschnitte in den Rollenbetrachtungen. Die Inhalte sind teilweise den genannten Publikationen entnommen oder aus ihnen zitiert.

4.1.1. Hintergrund und Zielsetzung von BASIS

In der Domäne der Gebäudeautomatisierung werden handelnde Professionen als Gewerke bezeichnet. Bestehende Lösungen setzen auf isolierte Anwendungen für einzelne oder wenige Gewerke, wie beispielsweise die Licht- oder Heizungssteuerung. Anwenderkomponenten basieren meist auf WLAN, Bluetooth, Zigbee oder Z-Wave, um eine einfache Installation zu gewährleisten. In der technischen Gebäudeausrüstung sind kabelgebundene Technologien, wie Powerline oder Bussysteme, wie KNX oder Dali im Einsatz. BASIS adressiert diesen Anwendungsfall und zielt auf die Integration aller potentiellen Gewerke, durch einheitliche, in einem Bussystem zusammengefasste Geräte ab. Diese Mehrfachnutzung soll den Energieverbrauch reduzieren, das System flexibler einsetzbar machen und Synergieeffekte - beispielsweise in der Finanzierung - hervorrufen. So können Anwendungsfälle der AAL Domäne auf bereits vorhandener Infrastruktur realisiert werden, welche sich durch den Einsatz in anderen Gewerken bereits amortisiert hat.

4.1.2. Methodik und Systemübersicht

BASIS nutzt SmallCAN, eine auf der CAN Spezifikation aufbauende multi-master Protokollvariante mit CSMA/CA zur Kollisionsvermeidung. Die 69bit Telegramme sind mit 11bit inter-frame-space getrennt und führen bei fixierten 9.6kbit/s zu einer theoretischen Telegrammrate von 140/s. Das vermeidet schwingungsdämpfende Endwiderstände, erlaubt bis zu 1000 Bus-Teilnehmer bei 1km Leitungslänge in freier Topologie¹ (siehe Abb. 3.1) und ermöglicht eine effiziente Implementierung auf günstigen Mikrocontrollern².

BASIS bindet aktuell ca. 60 verschiedene Gerätetypen an, welche als einheitliche Sensorinfrastruktur zur Erfassung gewerkeübergreifender Messwerte genutzt werden können. Die Realisierung ist in Abs. 3.2.1.3, im Rahmen der Rolle des Messinstrumentes sowie am Beispiel des Schlafmonitorings in der Rolle des Präventionsinstrumentes (vgl. insb. Abs. 3.2.8.3) beschrieben. Aktiv steuernde Busgeräte (Aktorik) finden unter anderem in der Abbildung der Wohnung als Pflegesystem (vgl. insb. Abs. 3.2.9.3) Anwendung.

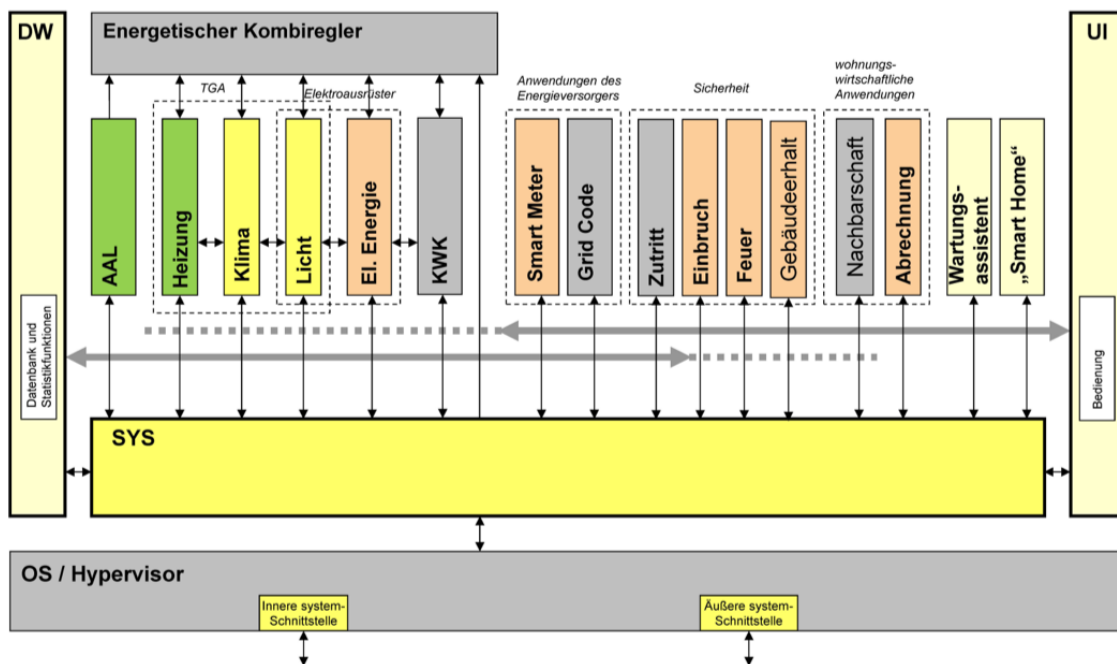


Abbildung 4.1.: BASIS Building Manager Softwarearchitektur. Logisch getrennte Anwendungscontainer (Partitionen) aller Gewerke mit übergeordnetem energetischen Kombiregler zur Gesamtoptimierung. (Quelle: BASIS Projektdokumentation und [177])

Die Softwarearchitektur der Busknoten teilt sich in die Betriebssystemfunktionen zur Buskommunikation (OS), die Sonderfunktionen (SF) mit Hardwarebezug zu dem verbundenen, zu steuernden Gerät sowie die freien Sonderfunktionen (FSF) ohne Hardwarebezug zur Realisierung logischer Geräte, wie virtuelle Heizungssteuerungen (siehe auch Abb. 3.2). Komplexere Funktionalitäten werden als Prozesssonderfunktionen (PSF) auf eine zentrale Recheneinheit ausgelagert, den so-

¹Ringtopologien lassen sich nur durch Segmentcontroller realisieren, welche die Leitungsenden isolieren und logisch verknüpfen.

²BASIS Busknoten nutzen den PIC16F88

nannten *Building Manager* (BM, siehe Abb. G.2). Seine Softwarearchitektur teilt sich in die Systemfunktionen und die gewerkebezogenen Anwendungscontainer (“Partitionen”, siehe Abb. 4.1). Durch die Realisierung der Grundfunktionen (OS, SF, FSF) auf den Busknoten und das Multi-Master-Protokoll, ist der BM für den Betrieb nicht notwendig. In der Praxis kann das System also auch punktuelle Hardwaredefekte überstehen, da die Wirkung auf das defekte Einzelgerät begrenzt ist.

4.1.3. Ergebnisse von BASIS

Im Rahmen dieser Arbeit sind vor allem die sog. “Datawarehouse”-Partition (DW-Partition) und die AAL-Partition realisiert worden. Ferner wurde BASIS im sog. “AGT Labor” des PLRI und in sechs Demonstratorwohnungen der Nibelungen Wohnbau GmbH installiert.

4.1.3.1. Datawarehouse-Partition

Die DWH-Partition implementiert und realisiert primär die Handlungen und die kontextuellen Voraussetzungen der Wohnung als Datenspeicher. Sie ermöglicht die standardisierte Ablage wohnungsbezogener (Sensor-)Daten (vgl. Abs. 3.2.1.3) und Informationen der elektronischen Patientenakte (vgl. Abs. 3.2.10.2) sowie deren kontrollierte Weitergabe (vgl. Abs. 3.2.3.3). Eine spezifisch auf diese Rolle angepasste Beschreibung findet sich in Abs. 3.2.2.3.

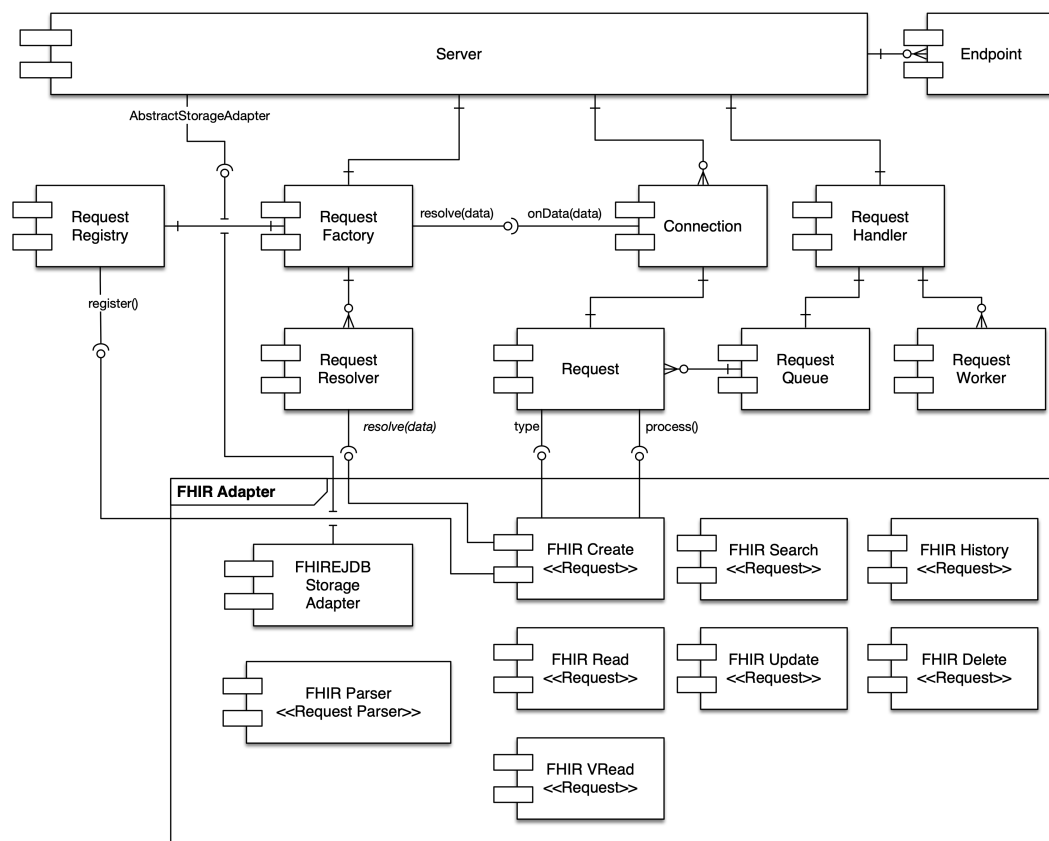


Abbildung 4.2.: fhirBASIS DWH-Partition: Komponentendiagramm. (Quelle: eigene Darstellung, reduziert)

Die DWH Partition ist als Server-Anwendung konzipiert und über eine abstrakte **Endpoint**-Klasse angebunden, die in Form von Unix-Domain- und INET-Sockets spezialisiert ist. Der zugrundeliegende Request-Handle-Response-Workflow wird durch jeweilige Adapter implementiert, die syntaxspezifische Request-Parser, Requests und einen, auf die Persistenzschicht abgestimmten Speichercontroller mitbringen. In Abb. 4.2 ist als Beispiel der **FHIR Adapter** als Komponentengruppe dargestellt, welche alle spezialisierten Klassen - hier unter Verwendung des HL7 FHIR Standards - zur Implementierung der abstrakten Interfaces bereitstellt.

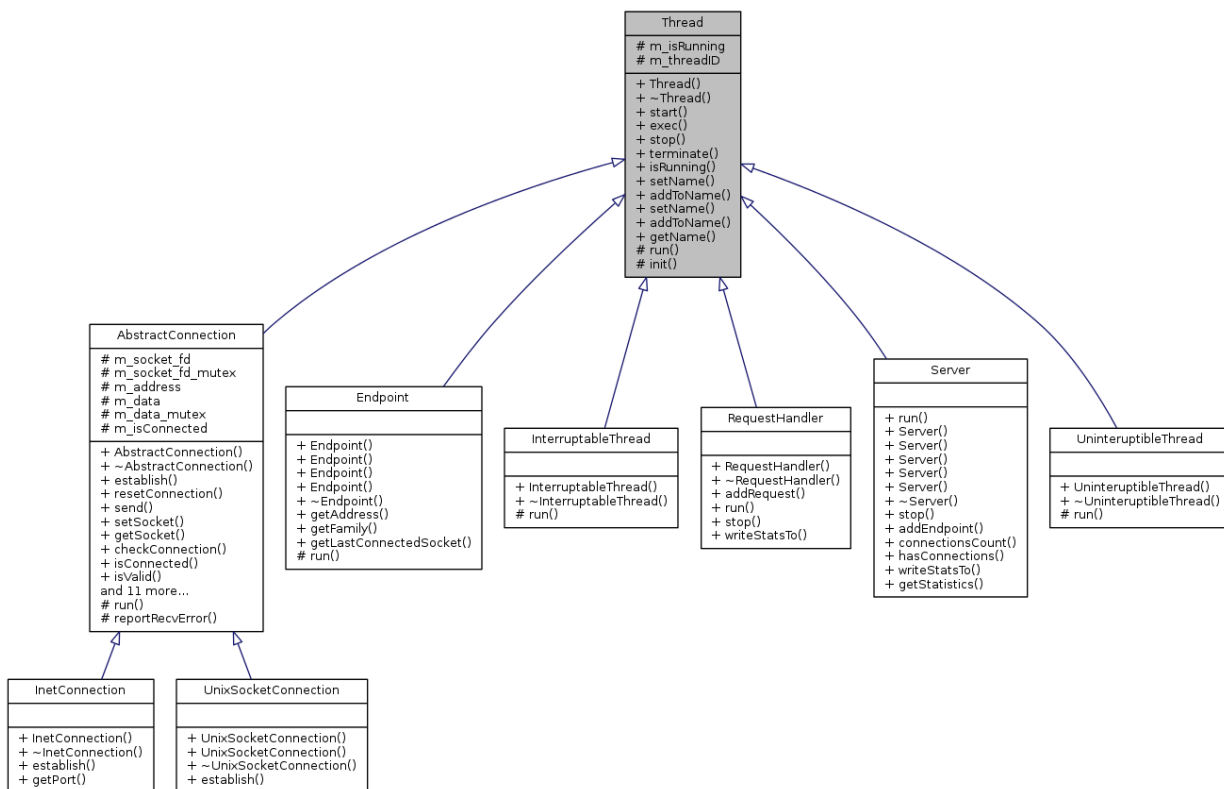


Abbildung 4.3.: fhirBASIS DWH-Partition: Die **Thread**-Klasse, als Unterbau für alle Klassen, zeigt den Ansatz für die Lastverteilung durch Nebenläufigkeit. (Quelle: eigene Darstellung)

Eingehende Daten durchlaufen die **RequestFactory**, die anhand registrierter Requesttypen mögliche **RequestParser** auswählt, um Requestinstanzen des spezifischen Typs zu erzeugen. Die Weiterleitung erfolgt dabei über `c++11` Lambda-Funktionen an den **RequestHandler**, der sie in einer **RequestQueue** aufreht und in nebenläufig verteilten **RequestWorker**-Instanzen abarbeitet (siehe Lst. 4.1). Das Dispatch-Konzept erlaubt die flexible Behandlung unter allen Ressourcenbedingungen, die der DWH-Partition vom Micro-Kernel zugeteilt werden (siehe Abb. 4.3).

```

254 void Server::addEndpoint(std::string const &address)
255 {
256     std::lock_guard<std::mutex> locker(m_connections_mutex);
257     endpoints.emplace_back(new Endpoint(address, [&](std::string address, int
socketConnection_fd)
258     {
259         std::lock_guard<std::mutex> locker(m_connections_mutex);
260         connections.emplace_back(new
UnixSocketConnection(address,socketConnection_fd, [&](std::string data,
AbstractConnection* c)
261             {
262                 handleRequestRawData(data, c);
263             }
264             ));
265         m_connections_count_sum++;
266         connections.back()->addToName("-ServerSide");
267         connections.back()->setOnCloseCallback([&]()
268             {
269                 LOG_DEBUG("Connection %s closed from client. Notifying..",
getName());
270                 m_connections_condition.notify_one();
271             }
272             );
273         connections.back()->start();
274     }
275     ));
276     endpoints.back()->start();
277 }
278
279 void Server::handleRequestRawData(std::string const& data, AbstractConnection*
connection)
280 {
281     for (auto req:m_requestFactory->resolve(data, connection)) {
282         m_requests_received++;
283         m_requestHandler.addRequest(req);
284     }
285 }

```

Listing 4.1: server.cpp: Endpunkt-Registrierung mit c++11 Lambda-Funktionen zur Weiterleitung der Request Daten an eine Factory zur Erzeugung des richtigen Requestobjektes.

Der `RequestHandler` pflegt eine `RequestQueue`, in der die eingehenden Requests als Referenz abgelegt werden. Die Ausführung des Handlers selbst hängt am Füllstatus der Queue und nutzt

eine `Mutex`-geschützte `ConditionVariable`, um passiv auf das Eintreffen neuer Requests zu warten. Beim Eintreffen über die `RequestHandler::addRequest()`-Methode wird die `Condition` benachrichtigt und die Ausführung durch entsperren des `Mutex` fortgesetzt. Der `RequestHandler` startet dann durch die `c++11`-Funktion `std::async()` einen neuen Thread, der die spezialisierte `Request::process()`-Funktion enthält und deren Ausführung zur Selbstkontrolle durch zwei `std::atomic`-Variablen überwacht (hier `m_worker_started` und `m_worker_ended`).

```

30 int RequestHandler::addRequest(Request* req)
31 {
32     int s = 0;
33     {
34         std::unique_lock<std::mutex> lk(m_queue_mutex);
35         m_queue.push(req);
36         LOG_DEBUG("Added Request: %s", req->toString().c_str());
37         m_requests_received++;
38         s = m_queue.size();
39         m_runCondition.notify_all();
40     }
41     return s;
42 }
43
44 void RequestHandler::run() {
45     while (m_isRunning) {
46         std::unique_lock<std::mutex> lk(m_queue_mutex);
47         m_runCondition.wait(lk, [this]() { return !m_queue.empty() || m_quit; });
48         if (m_quit) break;
49         Request* req = m_queue.front();
50         m_queue.pop();
51         std::async(std::launch::async, [&]() {
52             m_worker_started++;
53             req->process();
54             m_worker_ended++;
55         });
56     }
57 }

```

Listing 4.2: RequestHandler.cpp: RequestHandler mit, durch ein `Mutex` geschützter, `ConditionVariable` und asynchronem Aufruf der `Request::process()`-Funktion zur nebenläufigen Abarbeitung der Requests nach dem RequestWorker-Konzept.

Die eigentliche `Request::process()` ist in jeder Spezialisierung überlagert und führt die Request-spezifischen Aufgaben durch. In Lst. 4.3 ist das beispielhafte Lesen einer Resource mit einer bestimmten ID aus dem spezialisierten `StorageAdapter` dargestellt. Je nach Vorhandensein eines solchen und einer Verbindung zum anfragenden Client wird entweder die Antwort direkt zugestellt

oder eine, an das HTTP-Protokoll angelehnte, Fehlernummer zurückgegeben.

```

33 int FHIRReadRequest::process()
34 {
35     LOG_DEBUG("Processing request: %s", toString().c_str());
36     if (m_parentConnection == NULL) {
37         LOG_ERROR("501 Not implemented");
38         return 501; // HTTP: not implemented
39     }
40     if (m_storageAdapter == NULL) {
41         LOG_ERROR("507 Insufficient Storage");
42         sendResponse("507 Insufficient Storage");
43         return 507; // HTTP: Insufficient Storage
44     }
45
46     setResponse(
47         m_storageAdapter->read(
48             getHeader("resource"),
49             getHeader("id") != "" ?
50                 getHeader("id"):
51                 m_requestBody
52         )
53     );
54     LOG_TRACE("Read result: %s", m_responseBody.c_str());
55     if (sendResponse() <= 0) {
56         LOG_ERROR("408 Request Timeout");
57         return 408; // HTTP: Request Timeout
58     }
59
60     LOG_TRACE("Processed request: %s", toString(true).c_str());
61     return 200; // HTTP: OK
62 }

```

Listing 4.3: FHIRReadRequest.cpp: Beispiel für eine spezialisierte Request::process()-Methode zum lesen einer, durch eine ID spezifizierten FHIR Resource auf einem abstrakten StorageAdapter.

Zur Implementierung des HL7 FHIR-Standards wurden die notwendigen Ressourcen und Datentypen in c++ modelliert. FHIR-Basistypen wurden dabei auf bestehende Typen definiert, komplexe Typen als struct abgebildet und FHIR Ressourcen als Klassen aus der abstrakten Basisklasse Resource implementiert.

Die Implementierung der DWH-Partition in Form der Softwarekomponente fhirBASIS besteht aus aktuell ca. 15.500 Zeilen c++-Code, davon ca. 5.000 Zeilen automatischen Unit- und Integrationstests aus insgesamt 52 Testfällen und 886 Assertions (siehe Lst. 4.4). Die Software nutzt

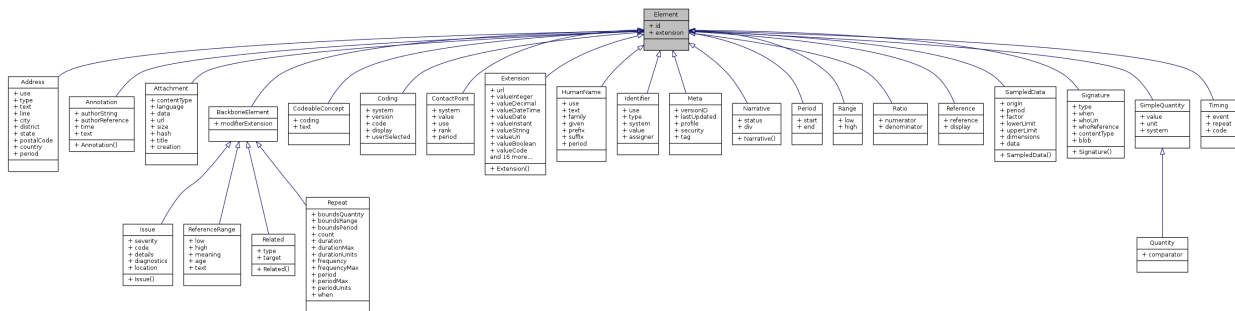


Abbildung 4.4.: fhIRBASIS DWH-Partition: FHIR-Element Klasse mit Kindklassen zur Modellierung der komplexen Datentypen in HL7 FHIR. (Quelle: Eigene Darstellung)

git zur Versionsverwaltung und das PLRI-eigene GitLab als CI/CD-Plattform zur Durchführung plattformübergreifender, automatischer Build-Pipelines auf **arm** (BeagleBone black und Raspberry Pi 3+), **linux-x86_64** (Ubuntu 18.10, gcc5 bis gcc7), **macOS** (10.13 und 10.14) und **Windows** (version 10).

```

1 [...]
2 -----
3 device creation
4 -----
5 test/fhir/test_FHIRCreateRequest.cpp:102
6 .....
7
8 test/fhir/test_FHIRCreateRequest.cpp:110:
9 PASSED:
10     REQUIRE( device.find(uuids[n]) == positions[n] )
11 with expansion:
12     106 == 106
13
14 2019-07-03 11:04:25 | ERROR    | FHIRException.cpp | FHIRException:18 |
    FHIRException thrown: {"resourceType":"OperationOutcome","issue":
    [{"severity":"error","code":"informational"}]}
15 [...]
16 =====
17 test cases:  52 |  51 passed | 1 failed as expected
18 assertions: 886 | 884 passed | 2 failed as expected

```

Listing 4.4: fhirBASIS: Auszug aus dem Kompiliervorgang mit 52 Testfällen und 886 Assertions.

4.1.3.2. AAL-Partition

Die AAL-Partition ist als logische Gruppierung einer Reihe von Anwendungsfällen aus dem Ambient Assisted Living bzw. der technischen Assistenzsysteme zu sehen. Im Laufe der Projektdurch-

führung sind verschiedene Anwendungsfälle erarbeitet und erprobt worden. Die entsprechenden UseCase-Diagramme finden sich in Abb. J.1 bis Abb. J.6 in Anhang J. Sie dienen als Rahmen für das Spektrum möglicher Funktionen. So zeigt der Anwendungsfall “ambiente Ganganalyse” die Abbildung etablierter diagnostischer Tests im Bereich der Geriatrie im häuslichen Umfeld. Der Anwendungsfall bildet damit die stufenweise Abbildung diagnostischer Verfahren in der Häuslichkeit ab, hier insbesondere die Stufen *Verlagerung*, *Ablösung*, *Substitution* und *Modifikation* (vgl. Abs. 3.2.5.2). Der Anwendungsfall “Herdabschaltung” bildet eine Brücke zwischen den Gewerken, da einerseits sicherheitsrelevante Funktionen zum Schutz der Wohnung adressiert werden und andererseits der Bewohner unterstützt und eventuelle kognitive Defizite kompensiert werden. Dies folgt dem Prinzip der domänenübergreifenden Aktorik (vgl. Abs. 3.2.6.3), wie auch der Anwendungsfall der “Nachtlichtsteuerung”. Letzterer zeigt dies noch deutlicher durch die Realisierung im Gewerk der Lichtsteuerung als freie Sonderfunktion direkt auf dem Busknoten. Die Assistenzsysteme sind daher, der domänenübergreifenden Arbeitsweise in Abs. 3.2.11.2 folgend, aus domänenspezifischen Anforderungen definiert und anschließend übergreifend umgesetzt worden.

Die Umsetzung der AAL-Partition umfasst vor allem die Realisierung eines Teils der Rollenhandlungen der Wohnung als Pflegesystem, durch die Abbildung von Leistungen betreuter Wohneinrichtungen. Hier implementierte, hardwareunabhängige Funktionen nutzen bereits installierte Geräte und ermöglichen das Aktivitätsmonitoring, die Herdabschaltung, die Luftqualitätsanalyse, die Überwachung des Wohnungszustandes bei Verlassen, die optische Darstellung der Klingel sowie die Erinnerung an Medikamenteneinnahmen und Termine (vgl. Abs. 3.2.9.3). Die AAL-Partition ist als Sammlung von, in c++ implementierten PSF-Plugins für das BASIS implementiert. Auf die Darstellung des Programmcodes soll hier verzichtet werden, da es sich im Wesentlichen um eine gradlinige Abbildung der beschriebenen Funktionen mit ein paar systeminternen Spezifika zum Empfang und Versand von Bustelegrammen handelt.

4.1.3.3. Demonstratoren

Zur Unterstützung der Entwicklung und erster Untersuchungen der technischen Machbarkeit im Realeinsatz wurde BASIS in einer Labor-Umgebung des PLRI und in sechs Demonstratorwohnungen der Nibelungen Wohnbau GmbH installiert.

PLRI AGT Labor Das AGT Labor (vgl. Abs. 3.2.11.3) ist ein Raum-im-Raum-Konzept, angelehnt an eine 2-Zimmer-Wohnung (siehe Grundriss in Abb. G.1) und ausgerüstet mit technischen Assistenzsystemen und AGTen zur Unterstützung des Bewohners. Die Umrüstung von ursprünglich KNX auf jetzt BASIS erfolgte im Jahr 2018. Installiert wurden

- 23 messbare und schaltbare Steckdosen,
- dreizehn Taster (Einzel-, Mehrfach und Klingeltaster),
- acht dimm- und schaltbare Leuchten,
- sechs Wasseruhren,
- vier PIR-Bewegungsmelder,
- drei Kontaktrelais an den Türen,
- drei Nachtlichter,
- drei Smart-Meter,

- ein verschleisfreies drei-phasiges Herdrelais mit Verbrauchsmonitor,
- ein VOC-Sensor (volatile organic compounds),
- ein Lichtmengensensor,
- ein Thermometer und Luftfeuchtigkeitssensor,
- ein Zustandswahlschalter (vierfach) und
- ein Text-Display.

Nach Entfernung der alten KNX-Verkabelung ist eine Topologie aus insgesamt drei Linien (eine pro Raum, kaum Verzweigungen) aus J-Y(ST)Y $2 \times 2 \times 0.6$ Kabel verlegt worden. Die Busgeräte sind in tiefen Unterputzdosen (Spelsberg HW 065) eingelassen und mit der gesteuerten Hardware verbunden (siehe auch Abb. G.2 in Anhang G). Die Einrichtung erfolgte mit dem SCANTool [248] unter Windows 7. Da zum Zeitpunkt der Installation noch kein Steuer-Interface für Mobilgeräte implementiert war, wurde das SCANTool in einer virtuellen Maschine im PLRI-Cluster installiert und die Kontrolloberfläche (siehe Abb. 4.5) auf ein, in der Wohnung angebrachtes iPad per Remote Desktop übertragen (siehe Abb. G.3). So ist die uneingeschränkte Interaktion mit der Kontrollsoftware für Demonstrationszwecke möglich. Diese Lösung ist für eine reale Installation nicht geeignet und auch nicht notwendig, da das System ausschließlich mit den konventionellen Kontrollelementen (Taster, Dimmer, etc.) bedienbar ist.

Innenansichten des Labors zeigen Abb. 3.28 und Abb. 3.29. Weitere Bilder finden sich in Anhang G.

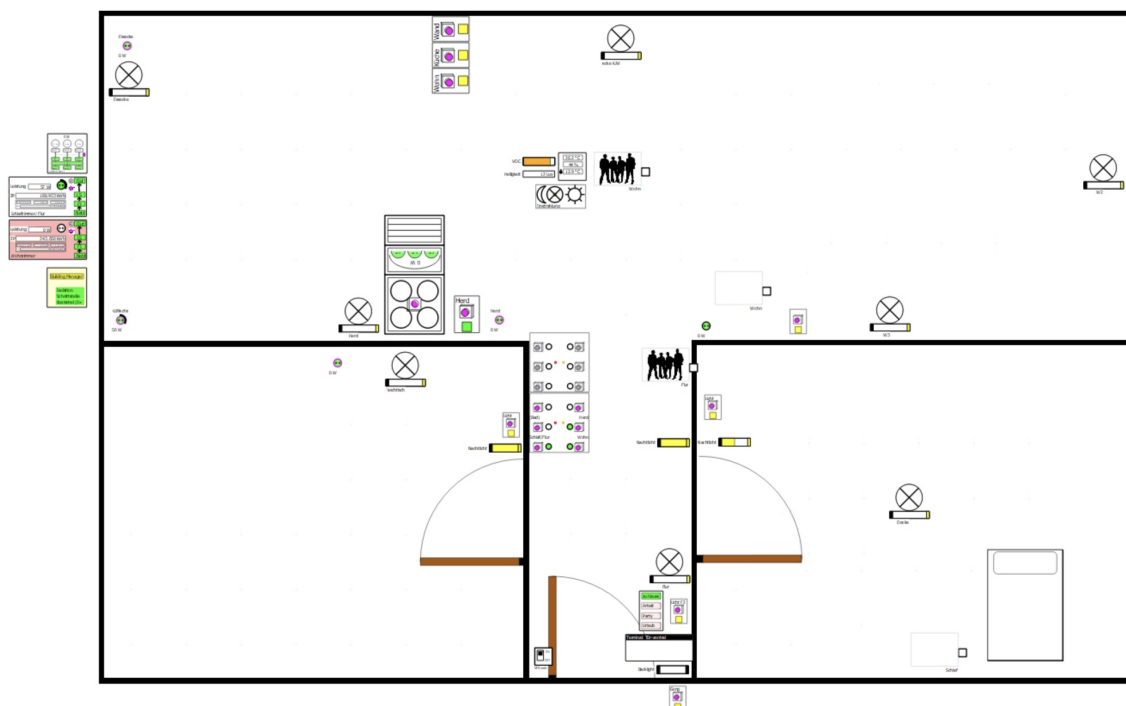


Abbildung 4.5.: AGT Labor, Grundriss mit installierten Geräten aus der Konfigurationssoftware SCANTool [248]. (Quelle: eigene Darstellung)

BASIS Demonstratorwohnungen Der BASIS Demonstrator ist ein Mehrfamilienhaus mit sechs Wohnung in der Bochumer Straße 1 in Braunschweig. Das Gebäude wurde von der Nibelungen

Wohnbau GmbH zur Verfügung gestellt und komplett renoviert. Im Zuge des Umbaus sind die baulichen Voraussetzungen für den Einbau des Systems geschaffen worden:

1. **Einbau tiefer Unterputzdosen:** Da BASIS - bis auf wenige Ausnahmen - alle Aktorik im Busgerät verbaut, muss Platz für entsprechende Relais, Dimmer und Leuchten sein. Im Umkehrschluss ist keine Mehrfachverkabelung, beispielsweise zu Relais im Schaltschrank, nötig. Da die Sensorik teilweise an unkonventionellen Orten liegt, sind Leerdosen und Deckenauslässe entsprechend vor auszuplanen.
2. **Verlegen der Bus-Verkabelung:** BASIS ist für den Betrieb mit Kleinstspannungen (24-30V) auf Kabeln geringer Leiterquerschnitte ausgelegt. Die Trennung Spannungsversorgung und Daten benötigt vier Leiter. Dies kann in der Regel ein einfaches 2x2-adriges Telefonkabel mit 0,6mm Leitungsdurchmesser sein. Für Rohrinstallationen mit mehreren Kabeln im Rohr sind durch die Bauvorschriften ggf. 0,8 mm Durchmesser nötig.

Die insgesamt 600 Busgeräte enthalten [177]:

Sensoren für Lichtmenge, Temperatur, Feuchtigkeit, Luftqualität, Bewegung, Überlauf, Rauch, Glasbruch, Tür-/Fensterstatus und Schimmeldetektion

Steuergeräte wie Lichtschalter, Dimmer, Mehrfachtaster, Zustandswahlschalter und Text-Displays

Aktuatoren wie Leuchten, Lüfter, Ventile, Pumpen, Rollos, Türklingeln und Nachtlichter

kombinierte Geräte wie Smart-Meter, Steckdosen, Raumklimakontrollgeräte, kombinierte dreiphasen Herdmess- und Herdabschaltgeräte

Alle Geräte sind in einem Bus-Segment kombiniert, um die Grenzen des Systems im Realbetrieb zu testen. Es ist demnach ein zentraler Building Manager verbaut, der eine Reihe von Softwarefunktionen der Gewerke enthält. Installiert sind beispielsweise eine Alarmanlage, ein zentrales Gebäudeenergiemanagement, eine Wohnungsbezogene Heizungssteuerung und eine Verschattungskontrolle. Hinzu kommen die AAL-spezifischen Funktionen, die in Abs. 3.2.9.3 und Abs. 4.1.3.2 beschrieben sind.

Der Demonstrator läuft seit 2016 ohne Systemausfälle im Echtbetrieb mit fünf Bewohnern. Das Gesamtsystem aller sechs Wohnungen benötigt ca. 45W. Hierin enthalten sind alle Busknoten der BM sowie Nachtlichter und Schalterleuchten.

4.2. MoCaB

Das Projekt MoCaB (kurz für “Mobile Care Backup”) adressiert informell Pflegende mit dem Ziel ihren Pflegealltag durch die proaktive Bereitstellung von Pflegewissen zu unterstützen. Im Kontext dieser Arbeit liefert die Realisierung des Projektes neben grundlegenden Erkenntnissen zur Wohnung als Datenspeicher und Informationsquelle (vgl. Abs. 3.2.2.3, 3.2.3.3) auch Ergebnisse zu komplexeren Rollen, wie dem Präventionsinstrument, Pflegesystem und Gesundheitsmanager (vgl. Abs. 3.2.8.3, 3.2.9.3, 3.2.10.3).

Das Projekt wurde gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF, Förderkennzeichen: 16SV7472) und lief vom März 2016 bis zum Februar 2019. Über diese Arbeit

hinausgehende Projekthinhalte zeigen die Publikationen von Wolff et al. [183,184,390] sowie die Projektwebseiten [391–393]. Das nachfolgende Kapitel stellt das Projekt dar und verweist ggf. auf die entsprechenden Realisierungsabschnitte in den Rollenbetrachtungen.

4.2.1. Hintergrund und Zielsetzung von MoCaB

Familiäre Pflege ist, im Lichte der hohen Wahrscheinlichkeit im Alter auf Pflege angewiesen zu sein, der “erwartbare Regelfall” [366, S. 23]. Demnach wird die Mehrzahl häuslicher Pflegefälle (51,7%, n=1.764.904) durch Angehörige oder informelle Pflegekräfte versorgt [4]. Die Folge können psychische Be- und Überlastungen oder somatische Erkrankungen sein. Unwissenheit über die Möglichkeiten und Rechte der Pflegenden führt zu Nichtinanspruchnahme von Entlastungen oder finanziellen Unterstützungen, wie beispielsweise dem Pflegegeld. Diese nicht statistisch erfassten Fälle summieren sich zur o.g. Zahl hinzu, sodass von einer weitaus größeren und - dem Demographischen Wandel geschuldet - ansteigenden Zahl von informell Pflegenden mit Unterstützungsbedarf auszugehen ist.

Das Projekt MoCaB adressiert diese Problemlage und hat sich zum Ziel gesetzt, informell Pflegende in ihrer Tätigkeit zu unterstützen. Im Fokus steht primär die Pflegeperson, ihr Tagesablauf, mögliche Unterstützungsleistungen und die Begleitung über die Phasen der Pflege hinweg. Die Realisierung erfolgt in Form einer Smartphone App, welche dem Pflegenden Hinweise zur Pflege und zum Gepflegten sowie Strukturierungsmöglichkeiten und Kontaktangebote bereitstellt.

4.2.2. MoCaB CareWiki

Zur Strukturierung des bereitzustellenden Pflegewissens bedarf es einer Sammlung von entsprechend strukturierten Wissensressourcen, die auf Grundlage von Entscheidungsparametern angezeigt werden können. Für die geleitete Erstellung dieser Sammlung wurde eine webbasierte Software entwickelt, welche die Erstellung strukturierter Wissensressourcen ermöglicht und sie hierarchisch anzeigen kann. Nach Vorbild eines Wikis wurde ein Content-Management-System (CMS) auf Basis von Kirby [394] entwickelt. Kirby speichert Inhalte als reine Text-Dateien im YAML-Format, wodurch ein einfaches Parsen und Weiterverarbeiten der Inhalte möglich ist. Das Metamodell einzelner Inhalte lässt sich in Form sogenannter *Blueprints* (dt. etwa “Vorlagen”) definieren. Sie erzeugen gleichzeitig eine strukturierte Eingabemaske, sodass neue Inhalte von den Experten der Pflegewissenschaften eingegeben werden konnten. Kirby nutzt PHP und lässt sich mit Plugins erweitern.

Das Wissen ist hierarchisch in Themen unterteilt, welche wiederum rekursiv verschachtelt sein können. Auf jeder Ebene des Baumes können die eigentlichen Ressourcen eingehangen sein. Das Informationsmodell einer Wissensressource sowie eine vollständig gerenderte Wissensressource zeigen Lst. H.1 und Abb. H.1 in Anhang H.

4.2.3. MoCaB App

Die MoCaB App stellt den Endpunkt zur Pflegeperson dar und wird von ihr genutzt. In einem gemeinsamen Workshop mit dem Entwickler sind Anforderungen definiert worden. Diese waren Grundlage für das UI/UX-Design-Konzept.

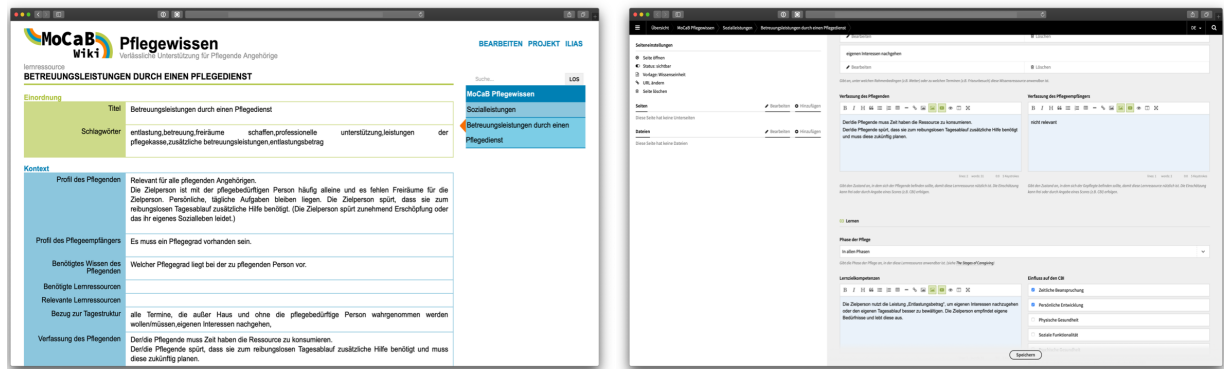


Abbildung 4.6.: MoCAB CareWiki. **links:** Frontend Ansicht mit Teil einer strukturierten Wissensressource im Thema “präventionsinhalte-psychisch”. **rechts:** Gleiche Wissensressource in der Bearbeitungsansicht mit strukturiertem Editor. (Quelle: Screenshots der eigenen Software)

4.2.3.1. Anforderungen an die MoCAB App

Für die MoCAB-App wurden folgende Anforderungen ermittelt:

M01 Erfassen der Tagesstruktur

Die App muss über den Tag ausgeführte Aktivitäten mit Sensorik und Nutzereingaben erfassen.

M02 Anzeige der Tagesstruktur

Die erfasste Tagesstruktur muss dem Benutzer geordnet angezeigt werden. Sie zeigt den Standardtag, ergänzende Termine und Rahmenevents, wie anwesende Personen, Wetter und Aufenthaltsorte.

M03 Erkennen von Inkonsistenzen oder Abweichungen in der Tagesstruktur

Die App muss Abweichungen vom normalen Tagesablauf erkennen und auf diese per Benachrichtigung hinweisen. Solche Inkonsistenzen können ungewollte Überschneidungen oder die Nichtausführbarkeit von Aktivitäten durch unpassende Rahmenbedingungen (Wetter, Personal, etc.) sein.

M04 Vorschläge für Aktivitäten

Die App muss für freie Zeitabschnitte Aktivitätsvorschläge unterbreiten, die zu den Rahmenbedingungen (Wetter, verfügbare Personen, Vorlieben, etc.) passen.

M05 Management des Unterstützernetzwerkes

Die App muss die Kontaktdaten des Unterstützernetzwerkes anzeigen. Es kann die Telefonbuchfunktionalität des Smartphones benutzen.

M06 Management von Wissensseinheiten

Die App muss die Wissensseinheiten vom Server in abrufbarer Form ablegen und anzeigen. Aktualisierungen der Wissensdaten müssen von der Anwendung abgerufen und in die lokale Wissensdatenbank integriert werden. Wissensseinheiten sollen teilbar sein.

M07 Erfassen der häuslichen Situation

Die App muss, in Zusammenarbeit mit der Serverkomponente und der ambienten Sensorik, bestimmte Aktivitäten des Tagesablaufes erkennen. Mögliche Events sind: Aufstehen, Schlafen, Fernsehen, Kochen, Essen, Toilettengänge, Körperpflegeaktivitäten, Verlassen der Wohnung, Trinken, Stürzen, Inaktivität, Bewegung, Schaltvorgänge, wie Licht usw.

M08 Erfassen von Profildaten vom Pflegenden, Gepflegten und Netzwerk

Die App muss die Profildaten des Pflegenden und des Gepflegten erfassen können. Relevant zum Pflegenden sind u.a. Alter, Geschlecht, Beruf, Familienstand, Dauer des Pflegeverhältnisses, Tagesstruktur, Interessen, Kontaktdaten, Verwandtschaftsgrad zum Gepflegten. Zum Gepflegten spielen Verwandtschaftsgrad, Einschränkungen, Erkrankungen, Pflegedauer, Interessen und Unterstützungsbedarf eine Rolle.

S01.1 Assessment zur Selbstpflege

Die App soll ein Assessment zur Selbstpflege implementieren, sodass die eigene Pflegebelastung ins Verhältnis zu den Ereignissen des Tages gesetzt werden kann.

S02.1 Einbindung des eigenen Kalenders

Termine des eigenen Kalenders sollen in der Tagesstruktur sichtbar sein.

S02.2 Extraktion eines Pflegetagebuches

Relevante Pflegeaktivitäten sollen sich aus der Tagesstruktur extrahieren lassen, um ein Pflegetagebuch zu erstellen.

S03.1 Vorschläge zum Auflösen der Inkonsistenzen in der Tagesstruktur

Die App soll für erkannte Inkonsistenzen Lösungsstrategien und Folgeaktionen geben. (z.B. Änderungen vorschlagen oder selbst anpassen)

S03.2 Verschieben aller Termine

Die App soll alle Termine um eine bestimmte Dauer verschieben können, um Konflikte in der Tagesstruktur aufzulösen. Dies kann manuell oder automatisch (vgl. S03.1) erfolgen.

S03.3 Teilen von Änderungen im Tagesablauf oder Wissenseinheiten

Automatische oder manuelle Änderungen im Tagesablauf sollen automatisch den beteiligten Personen des Unterstützernetzwerkes kommuniziert werden. Wissenseinheiten sollen manuell mit den Personen des Unterstützernetzwerkes geteilt werden können.

S03.4 Reflexion des Tagesablaufs zur Selbstpflege

Die App soll Abweichungen vom eigenen Tagesablauf darstellen, sodass der Pflegende diese reflektieren kann.

S04.1 Aktivitäten zur Selbstpflege

Die App soll auch Aktivitäten anzeigen, die der Pflegende zur Selbstpflege betreiben kann. Hierbei werden die im Profil hinterlegten Interessen berücksichtigt.

S04.2 Psychosoziale Unterstützung

Die App soll dem Pflegenden aufmunternde Texte und Übungen anzeigen.

S07.1 Benachrichtigung über Events

Bestimmte erfasste Events oder Abweichungen vom Tagesablauf sollen dem Pflegenden bei Abwesenheit per Benachrichtigung zugestellt werden.

K07.1.1 Asynchrone, analoge Kontaktaufnahme

Die App kann die Kontaktaufnahme über eine Kamerainstallation, die auf einen Zettel gerichtet ist, erlauben. Hierfür notiert der Gepflegte seine Nachricht auf dem Zettel, die Änderung wird erkannt und dem Pflegenden zugestellt. Es ist auch eine Inhaltserkennung möglich.

4.2.3.2. UI/UX-Designkonzept

Das Design der Anwendung folgt den Anforderungen und definiert die fünf Bereiche *Daten*, *Tagebuch*, *myMoCaB*, *Wissen* und *Netzwerk*. Für alle Bereiche sowie ihre Benutzung und Verknüpfung wurden Design Zeichnungen angefertigt (siehe Abb. 3.11, 3.12, 3.13). Den Entwicklungsprozess und die Erklärung des Designkonzeptes beschreibt Abs. 3.2.3.3 im Rahmen der Rolle der Wohnung als Informationsquelle bereits ausführlich, weshalb hier nicht nochmal näher darauf eingegangen wird. Das Konzept wurde anschließend vom Entwickler in einen App-Prototypen für iOS umgesetzt.

4.2.4. MoCaB Welt

Die MoCaB Welt ist die zentrale Server-Komponente zur Verarbeitung der Wissens. Die Grundlegende Arbeitsweise ist in Abs. 3.2.9.3 beschrieben. Die entsprechenden Komponenten zeigt Abb. 4.7.

Der Zugang zu statischen Inhalten der MoCaB Welt erfolgt über eine Landing Page, bereitgestellt von einem nginx-Container [374]. Hinzu kommt das Schemawissen in Form von OWL-Modellen und die OWL-Serialisierung des Faktenwissens. Der Webzugang dient außerdem als Proxy für den API-Zugriff.

Die API selbst wird mit Swagger [373] formal definiert und anschließend durch einen Codegenerator in einen REST API Server umgewandelt, der auf PHP Slim [395] basiert. Der eingeschränkte Swagger Codegenerator wurde dabei um Features, wie *endpoint deprecation*, *controller updates* und *API versioning* erweitert. Die Laufzeitumgebung des API-Servers bildet ein PHP Docker Container [375], der durch den nginx-Proxy auf den HTTPS Endpunkt [https://mocab-world.plri.de/api/\[version\]](https://mocab-world.plri.de/api/[version]) geroutet wird.

Die API-Spezifikationen zeigen Lst. 4.5 und Lst. 4.6. Die API-Metadaten spezifizieren u.a. die Version, den Endpunkt sowie den Pfad, unter dem die API durch den nginx-proxy erreichbar ist. Ferner sind die möglichen Protokolle (*schemes*), die Upstream-Serialisierung der REST body-Parameter (*consumes*) sowie die standard Rückgabetypen (*produces*) definiert.

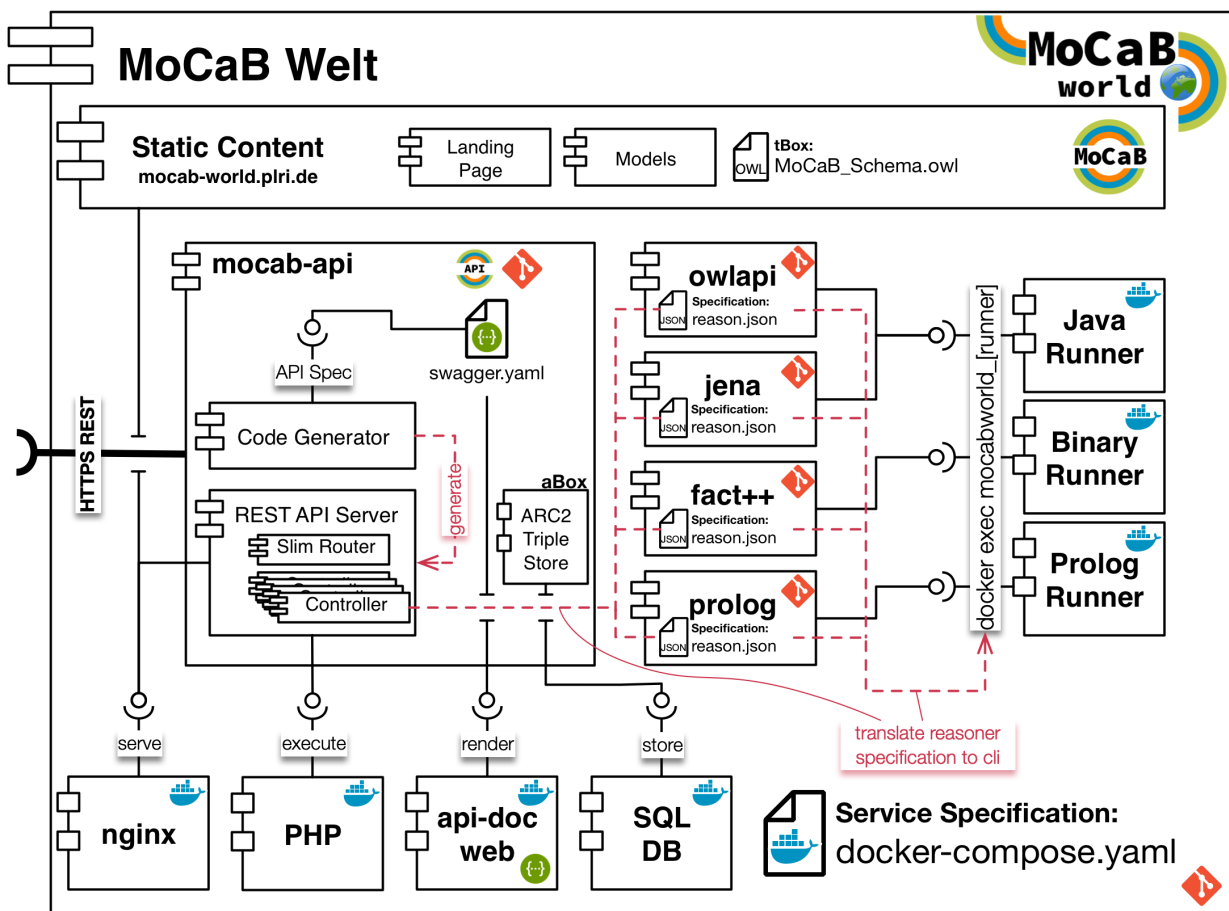


Abbildung 4.7.: Komponentendiagramm der MoCaB Serverkomponente, genannt „MoCaB Welt“. (Quelle: eigene Darstellung)

```
1 swagger: "2.0"
2 info:
3   version: "v1.5.0"
4   title: MoCaB API
5 host: mocab-world.plri.de
6 basePath: /api/v1
7 schemes:
8   - https
9 consumes:
10  - application/json
11 produces:
12  - application/json
13  - text/xml
14 [...]
15 paths:
16   /dialogs: [...]
17   /dialog/{id}: [...]
18   /dialogs/caregiver/{caregiver}: [...]
19   /information/{caregiver}: [...]
20   /reasoners: [...]
21   /reasoner/{id}: [...]
22   /reasoner/{id}/query: [...]
23   /concept/{concept}: [...]
24   /role/{role}/{individual}: [...]
25   /inverserole/{role}/{individual}: [...]
26   /metric/{caregiver}: [...]
27 [...]
```

Listing 4.5: MoCaB API Spezifikation (Metadaten). Einzelne Endpunkte sind unter `paths`: definiert.

Die einzelnen Endpunktdefinitionen finden sich unter `paths`. Lst. 4.6 zeigt das am Beispiel des GET Endpunktes für die ABox (`/get`). Das Feld `summary` spezifiziert den Namespace sowie den Controller Namen. Für diesen Endpunkt sind eine Reihe von Ausgabeformaten möglich, da die ABox mehrere Formen der Fakten erzeugen kann. Unter `parameters` sind die REST Parameter aufgeführt. Sie beeinflussen die herausgelesenen Parameter in der generierten `index.php` (siehe Lst. 4.7), inklusive der Auswahlmöglichkeiten und eventueller Standardwerte, auf die bei Fehlen des Parameters zurückgefallen wird. Implementiert sind `query`-Parameter (in der URL hinter `?`), `header`-Parameter (im Request-header) und `path`-Parameter (Teil der URL). Mögliche Antworten sind unter `responses` definiert und greifen in diesem Fall auf wiederverwendete Objektspezifikationen am Ende der API-Spezifikation mit Hilfe einer Referenz zurück. Die grafische Darstellung der API zeigt Abb. 4.8, wobei das Dokumentationsinterface durch den generierten Code und das Routing durch den nginx-proxy komplett interaktiv ist und die Funktionalität der API mit Beispiel-Requests getestet werden kann. Neben den erwarteten Antworten kann so die Interaktion

mit der MoCaB API bereits während der Entwicklung verifiziert werden (siehe auch Abb. 4.10).

```

358 /abox:
359   get:
360     summary: ABox::get
361     tags:
362       - ABox
363     operationId: getABox
364     description: Get the complete aBox, saved on this server. Give the format
using the format query option.
365     produces:
366       - application/rdf+xml
367       - application/ld+json
368       - application/n-triples
369       - text/xml
370       - application/json
371       - text/plain
372     parameters:
373       - name: format
374         in: query
375         type: string
376         description: Which format should be delivered?
377         enum: ['rdf', 'prolog']
378         default: rdf
379       - name: Accept
380         in: header
381         type: string
382         description: Which mimetype is preferred? *Note, that text/plain is
only delivered if format=prolog*
383     responses:
384       200:
385         description: Success
386       401:
387         $ref: "#/responses/UnauthorizedError"
388     default:
389       $ref: "#/responses/Error"

```

Listing 4.6: MoCaB API Spezifikation (ABox GET Endpunkt)

Die `index.php`, welche das Slim Serverobjekt und die Routinginformationen enthält findet sich in Lst. 4.7. Für jeden spezifizierten Endpunkt in der `swagger.yaml` wird eine Funktion erstellt, die nach dem entsprechenden REST-Verb benannt ist. Alle o.g. Spezifikationen der API-Endpunkte finden sich hier als generierter Code wieder. Die Datei wird nicht manuell bearbeitet, sondern immer direkt aus der Spezifikation erzeugt. Die Routingfunktionen rufen dann die entsprechenden

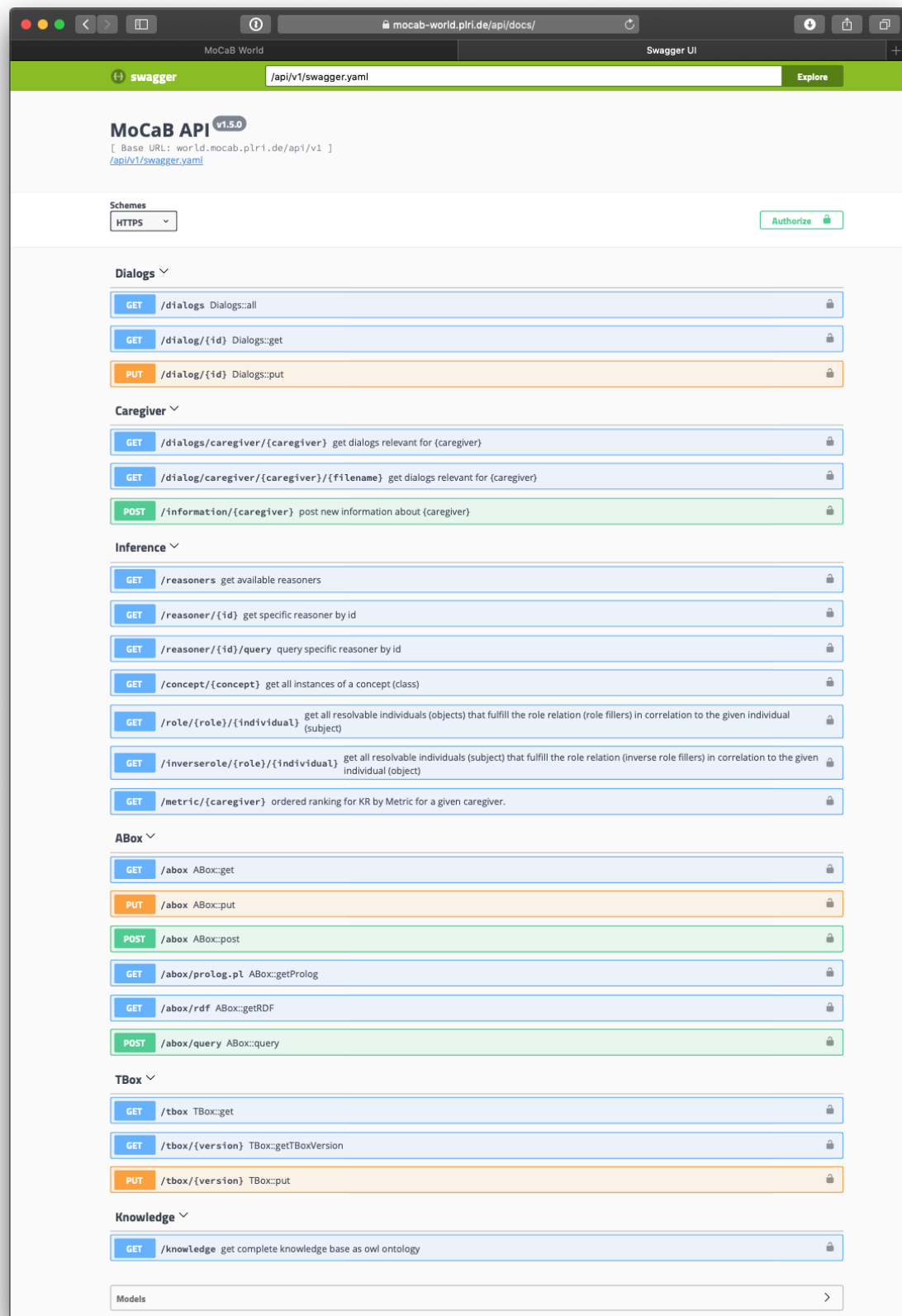


Abbildung 4.8.: API Dokumentation und Viewer der „MoCaB Welt“. (Quelle: eigene Darstellung)

Controller auf und übergeben eventuell spezifizierte Parameter.

```

1 <?php
2 /**
3  * MoCaB API
4  * @version v1.5.0
5  *
6  * This file is automatically generated. Do not edit manually.
7  */
8 require_once __DIR__ . '/vendor/autoload.php';
9 $app = new Slim\App();
10
11 /**
12  * GET /abox
13  * OperationId: ABox::getABox
14  * Summary: ABox::get
15  * Notes: Get The complete aBox, saved on this server. Give The format, using
16  * the format query option.
17  * Output-Formats: [application/rdf+xml, application/ld+json,
18  * application/n-triples, text/xml, application/json, text/plain]
19  */
20 $app->GET('/abox', function($request, $response, $args) {
21     $headers = $request->getHeaders();
22     $queryParams = $request->getQueryParams();
23     $format = $queryParams['format'];
24     $formatValues = array('rdf','prolog','prolog');
25     if ($format == '' || ! in_array($format, $formatValues)) {
26         $format = 'rdf';
27     }
28     $controller = new Controllers\ABox();
29     $returnResponse = $controller->getABox($response, $headers, $format);
30     if ($GLOBALS["config"]["profiling"]["enabled"])
31     {
32         log_debug("getABox request needed " . Profiler::diffRequest() . "s.");
33     }
34     return $returnResponse;
35 });
36 [...]

```

Listing 4.7: MoCaB API Server Auszug. Vollständig generiert aus der Swagger API Spezifikation.

Die Dateien und Funktionsrumpfe der Controller werden ebenfalls automatisch generiert (vgl. Lst. 4.8). Die automatisierte Erstellung von Controller und Funktionen stellt die Verfügbarkeit der API-Funktionalität zu Testzwecken sicher und ermöglicht die interaktive Entwicklung mithilfe

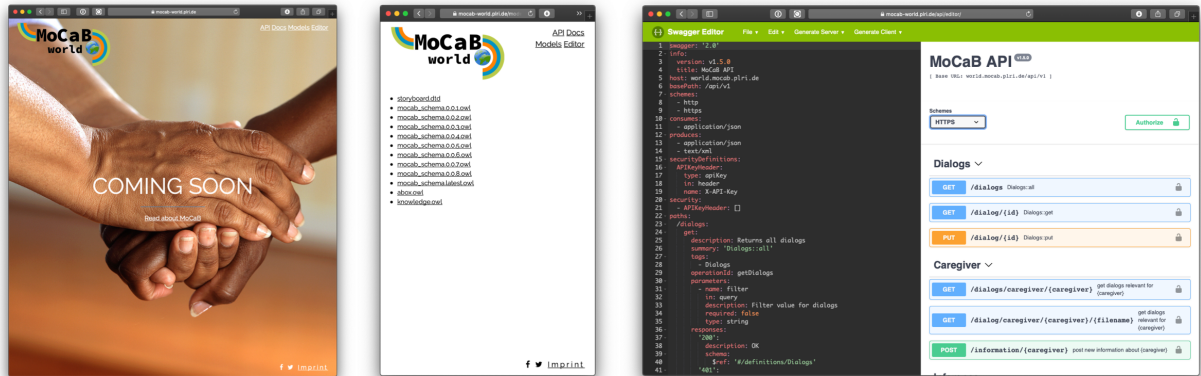


Abbildung 4.9.: MoCaB Welt. **Links:** Landing-Page. **Mitte:** Verfügbare Modelle und Schemata als auflösbare URI für den direkten Import in Ontologie-Software und Reasoner. **Rechts:** API-Editor zur interaktiven Entwicklung der MoCaB-API. (Quelle: eigene Darstellungen)

des serverseitigen API-Editors (siehe Abb. 4.9, rechts), ohne manuellen Eingriff am Programmcode vornehmen zu müssen. Bereits geschriebener Code in den Funktionen wird übernommen.

```

1 <?php
2 namespace Controllers;
3 class ABox {
4 public function getABox($response, $headers, $format) // API: v1.5.0
5 {
6     switch ($format) {
7     case "prolog":
8         return $response->withHeader('Content-Type', 'text/plain')
9             ->write($this->store->GetABox( $format ) );
10    default:
11        return $response->withHeader('Content-Type', 'application/rdf+xml')
12            ->write($this->store->GetABox( 'rdf' ) );
13    }
14 }
15 public function postABox($response, $body) // API: v1.5.0
16 {
17     if (static::hasNoBody()) return noBodyResponse( $response );
18     $this->store->Insert( file_get_contents('php://input') );
19     return $response
20         ->withHeader('Content-Type', 'application/rdf+xml')
21         ->write($this->store->GetABox( 'rdf' ));
22 }

```

Listing 4.8: MoCaB API Controller Auszug. Funktionsprimitive generiert aus der Swagger API Spezifikation. (gekürzt)

```

24 public function putABox($response) // API: v1.5.0
25 {
26     //auto generated
27     $response->write("auto generated function");
28     return $response;
29 }
30
31 public function queryABox($response, $headers, $format, $body) // API: v1.5.0
32 {
33     if (static::hasNoBody()) return noBodyResponse( $response );
34
35     $query = file_get_contents('php://input');
36     $query = trim($query, '');
37     $result = $this->store->Query($query, $format);
38
39     return $this->createABoxResponseWithHeader( $result, $response , $headers );
40 }
41
42 public function getABoxProlog($response) // API: v1.5.0
43 {
44     return $response->withHeader('Content-Type', 'text/plain')
45         ->write($this->store->GetAbox( 'prolog' ) );
46 }
47
48 public function getABoxRDF($response) // API: v1.5.0
49 {
50     return $response
51         ->withHeader('Content-Type', 'application/rdf+xml')
52         ->write($this->store->GetAbox( 'rdf' ));
53 }

```

Listing 4.9: MoCaB API Controller Auszug. Funktionsprimitive generiert aus der Swagger API Spezifikation. (gekürzt, Fortsetzung)

Die Laufzeitumgebung des Servers ist ein Docker-Container mit installiertem PHP-FPM (FastCGI Process Manager), der im Service-Netzwerk der Container vom nginx-Proxy über einen INET-Socket erreichbar ist. Die ABox selbst benutzt einen PHP-basierten Triple Store mit MySQL Persistenzschicht. Die Datenbank ist ebenfalls als Docker-Container realisiert.

Eigentliche Wissensanfragen werden durch verschiedene Reasoner beantwortet. Da die Forschungsfragen hinter MoCaB auch den Vergleich verschiedener Konzepte und Implementierungen von Wissenssammlungen beinhaltet, kann die MoCaB Welt dynamisch mit verschiedenen Reasonern erweitert werden. Hierzu dient eine strukturierte Spezifikation der Reasoner in Form ei-

ner `reasoner.json`-Datei. Ein Beispiel für den Reasoner `owlcpp` zeigt Lst. 4.10. Neben einer grundsätzlichen Beschreibung des Reasoners enthält die Spezifikation die notwendigen Details, um den Reasoner aufzurufen und die Argumente der Anfrage an ihn weiterzugeben. So findet beispielsweise ein Mapping der Attribute `knowledge`, `role` und `subject` des `options`-Objektes des `/reasoner/{id}/query`-Endpunktes (siehe Abb. 4.10) auf die Kommandozeilenparameter `-k`, `-r` und `-s` des `owlcpp`-Reasoners statt. Diese Information findet sich im Array `arguments` der `reasoner.json`.

```
1 {
2   "id": "owlcpp",
3   "description": "Reasoner based on the owlcpp. Available from
4     https://gitlab.plrli.de/mocab/reasoner-owlcpp",
5   "executable": "target/mocab++",
6   "type": "binary",
7   "arguments": [
8     {
9       "name": "knowledge",
10      "cli": [
11        "-k",
12        "--kb"
13      ],
14      "required": true,
15      "type": "argument",
16      "valueType": "string",
17      "description": "knowledge base to use"
18    },
19    {
20      "name": "role",
21      "cli": [
22        "-r",
23        "--role"
24      ],
25      "required": false,
26      "type": "argument",
27      "valueType": "string",
28      "description": "Query all individuals of a specific subject or object
29        given in the respective arguments."
30    }
31  ]
32 }
```

Listing 4.10: MoCaB API Reasoner Spezifikation am Beispiel des Reasoners `owlcpp` (Ausschnitt).

Die Spezifikation wird von der MoCaB Welt dynamisch eingelesen und interpretiert, sodass zu

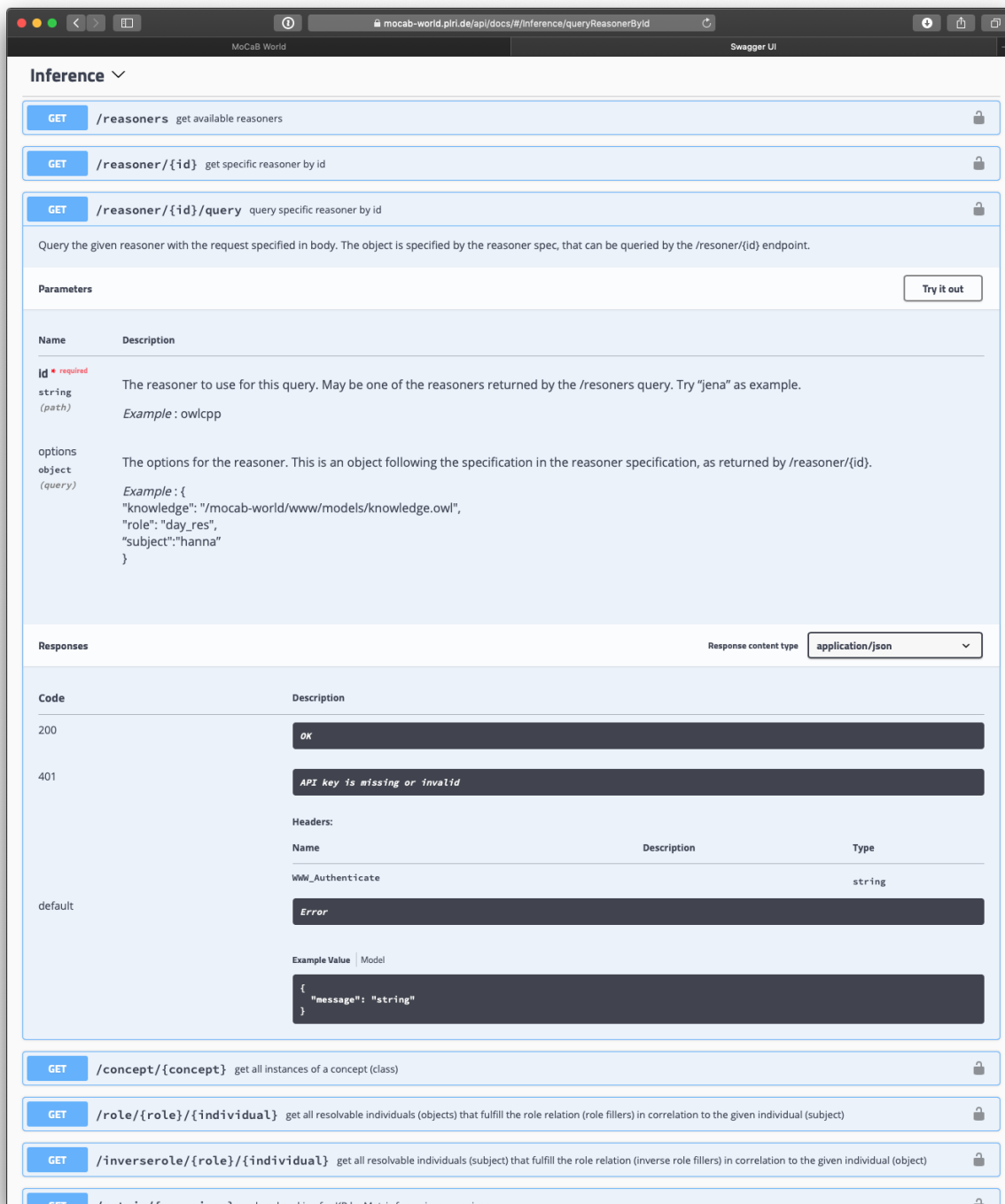


Abbildung 4.10.: Detailansicht der Inferenz-API der “MoCaB Welt”. Dokumentiert sind Endpunkt für die Auflistung der Reasoner und deren Abfrage, sowie generalisierte Endpunkte für (inverse) Rollenabfragen. (Quelle: eigene Darstellung)

jedem Zeitpunkt neue Reasoner angebunden und benutzt werden können. Voraussetzung ist, dass sie in der Lage sind Konzept- und Rollenanfragen (auch invers) zu bearbeiten. Für die eigentliche Ausführung der Docker-Container stehen wiederum entsprechende Laufzeitumgebungen als Docker-Container zu Verfügung, in denen beispielsweise Java oder Prolog zur Verfügung gestellt wird.

Die Ausführung der gesamten MoCaB Welt wird über ein Shell-Script gesteuert, welches über `docker-compose` die entsprechenden Services der `docker-compose.yaml` startet oder stoppt sowie Updates der Subkomponenten über `git`-Submodules durchführt.

4.3. AGT Reha

Die Nachsorge nach stationären Reha-Maßnahmen teilt sich aktuell in die Durchführung muskulärer Trainingstherapie in ambulanten Reha- oder Fitnessseinrichtungen oder Heimtrainingsprogrammen auf. Die Art und Häufigkeit der Übungen wird - insbesondere bei den Heimtrainings - nicht kontrolliert oder qualitativ überwacht. Hier soll das Projekt AGT Reha ansetzen und durch ein Anwendungssystem zur beobachteten und kontrollierten Durchführung von Reha-Übungen im häuslichen Umfeld die Qualität, Quantität und in der Folge den Trainingserfolg steigern. Ziel ist die Wiederherstellung der Erwerbsfähigkeit [300,301,303]. Das Projekt nutzt hierfür die Microsoft KINECT Tiefenkamera, um ein 3D-Bild des Trainierenden zu erhalten und die Bewegungsausführung auf Basis verschiedener Metriken zu beurteilen. Die Clientanwendung auf dem Heimsystem gibt dabei die Trainingsauswertung an eine Serverkomponente weiter, deren Inhalte von den Therapeuten einsehbar sind. So können Trainings aus der Ferne kontrolliert werden.

AGT Reha übernimmt insbesondere Handlungen im Rahmen der Rolle als Therapeut und Akteur (vgl. Abs. 3.2.6.3) und ist ein Beispiel für Handlungen der Wohnung als Gesundheitsmanager (vgl. Abs. 3.2.10.3).

Die Technische Machbarkeit wurde in einer Testung und einer Pilotstudie (AGT P2) überprüft, an denen der Autor beteiligt war. Der Studienplan findet sich in Abb. E.1 bis Abb. E.3 in Anhang E.

Ferner wurde die Architektur der AGT Reha Trainings-Software in mehreren Workshops grundsätzlich neu definiert. Die Ergebnisse sind in Abb. F.1 bis Abb. F.3 in Anhang F abgebildet.

4.4. Gesundheitsdatenbank für Niedersachsen

Das Projekt "Gesundheitsdatenbank für Niedersachsen" (GD Bank) lief von 2012 bis 2015 und adressierte den transinstitutionellen Austausch von Gesundheitsdaten durch eine dezentrale Kommunikationsplattform mit zentralem Datentreuhänder - der GD Bank. Das nachfolgende Kapitel gibt einen Überblick über relevante Teile des Projektes. Es sollen die Architektur und der Patientenfluss kurz dargestellt werden. Weitere Details zu den Prinzipien und der Architektur der GD Bank finden sich in Plischke et al. [249] und Schwartze et al. [251].

4.4.1. Hintergrund und Zielsetzung der GD Bank

Aufgrund des steigenden Kostendrucks und hoher Qualitätsansprüche im Gesundheitswesen nimmt bei der Patientenbehandlung die koordinierte Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Gesundheitsdienstleistern zunehmend einen wichtigen Stellenwert ein. Für eine optimale, kooperative und patientenzentrierte Versorgung über die historisch gewachsenen, starren sektoralen Grenzen der Gesundheitsdienstleister hinweg, ist eine reibungslose Kommunikation und Teilung der versorgungsrelevanten Informationen notwendig. Derzeit erfolgt die Übermittlung der betreffenden Dokumente häufig nicht in elektronischer Form, was zu Medienbrüchen, Zeitverlusten im Behandlungspfad oder sogar Verlust der Unterlagen führen kann. Eine standardisierte transinstitutionelle Bild- und Befundkommunikation auf elektronischem Wege könnte diesen Nachteilen entgegen wirken und eine zeitnahe Bereitstellung der benötigten Dokumente über die Grenzen von Einrichtungen hinweg ermöglichen. Im Rahmen des Projektes „Gesundheitsdatenbank Niedersachsen“ (GD-Bank) sollte zur Unterstützung des einrichtungsübergreifenden Behandlungsprozesses eine derartige Kommunikationsinfrastruktur für den produktiven Einsatz aufgebaut werden.

Die Abbildung dieser patientenzentrierten Kommunikationsprozesse erfolgt durch die Implementierung einer IHE konformen Lösung. Die Aufteilung in einen sog. „Community Node“ zur Bündelung regionaler Interaktion, mehrere „Local Nodes“ für größere Netzwerkpartner und einen Anwendungen bereit stellenden „Application Node“ richtet sich nach dem IHE Profil XDS (cross-enterprise document sharing).

Es findet demnach technisch eine ungerichtete Kommunikation statt, da das XDS Profil das berechtigungsgesteuerte Bereitstellen und Abrufen von Dokumenten adressiert. Organisatorisch ermöglicht das Berechtigungskonzept auch eine gerichtete Kommunikation und zeigt die Flexibilität der Lösung.

Probleme bei der Umsetzung ergeben sich bereits bei der technisch-organisatorischen Abbildung der Patienteneinwilligung und angegliederter Zusicherungen des Datenschutzes sowie in der Auswahl der nötigen Subsysteme zur Kommunikation. Ebenso birgt die Anbindung der interinstitutionell stark heterogenen KIS einige Herausforderungen. [396]

4.4.2. Architektur der GD Bank

Technisch basiert die GD Bank auf einer IHE Cross Enterprise Document Sharing (XDS) affinity domain. Sie ermöglicht die Anbindung verschiedener Gesundheitsdiensteanbieter an die GD Bank, welcher, als neutralen Treuhänder, die Kommunikation kontrolliert, ohne selbst Zugriff auf die Quelldokumente zu haben. Die Leistungen der GD Bank teilen sich in einen zentralen Knoten, den sogenannten Community Node, und lokale Knoten („Local Node“) bei den Diensteanbietern auf. Hinzu kommen Softwarekomponenten zur Protokollierung und zur einrichtungsübergreifenden Identifikation von Patienten. Das Berechtigungsmanagement findet, gesteuert durch eine entsprechende Softwarekomponente, ebenfalls auf dem Community Node statt. Dieses „Security Policy Administration“ genannte Modul, nutzt XACML („eXtensible Access Control Markup Language“, vgl. [397]) und SAML („Security Assertion Markup Language“, [398]) zur Definition der Authentifizierungs- und Berechtigungsdokumente. Letztere werden durch die in Abs. 3.2.3.3

beschriebene Anwendung erstellt. Einen Überblick über die Komponenten der GD Bank zeigt Abb. 4.11.

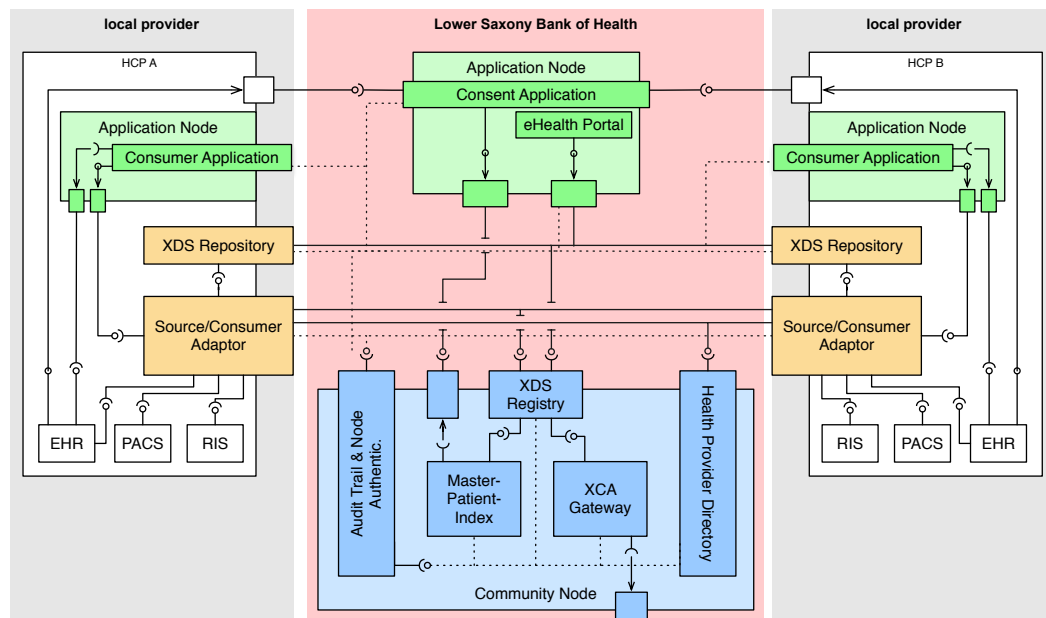


Abbildung 4.11.: Komponentenübersicht der Gesundheitsdatenbank für Niedersachsen (GD Bank) mit Local Nodes (orange), Community Node (blau), Application Nodes (grün). Zentrale Dienste der GD Bank sind rot unterlegt. (Quelle: Eigene Darstellung, publiziert in [249])

4.4.3. Kommunikationsprozesse

Die grundlegende Architektur der GD Bank gibt auch den Interaktionsprozess für den Dokumentenaustausch vor. Der mit dem Eintreffen des Patienten beginnende Prozess erzeugt zuerst ein Einwilligungsformular mit dem in Abs. 3.2.3.3 beschriebenen Ablauf. Die hieraus erzeugte Policy ermöglicht das registrieren neuer Befund-Metadaten und der Ablage des eigentlichen Befundes im Local-Node. Bei einem anderen Teilnehmer des Behandlungsprozesses - beispielsweise in der Wohnung - wird nun die Abfrage gestartet, indem erneut eine Einwilligung erzeugt und in elektronischer Form im System hinterlegt wird. Die Gültigkeit vorausgesetzt, können nun Befunddokumente gesucht und durch direkten Zugriff auf den, in den Metadaten enthaltenen, entfernten Local-Node heruntergeladen werden. Den Gesamtablauf des Dokumentenaustausches im Rahmen des IHE XDS Profils zeigt Abb. 4.12.

Der Prozess ist analog für mandantenfähige Local-Nodes, wie sie in der Kommunikation ambulanter Akteure zum Einsatz kommen. Dieser, als GDB DocNet bezeichnete Prozess implementiert ebenso das IHE XDS Profil (siehe Abb. 4.13).

Hinzu kommt die gerichtete Kommunikation zwischen Teilnehmern des Kommunikationsnetzwerkes. Hier besteht der Unterschied in der Nutzung eines zentralen Benachrichtigungsdienstes (hier "Befundportalserver"), der neue Dokumente dem mandantenfähigen Local-Node des Empfängers zuordnet und den Zugriff auf das Dokument verwaltet. Der Ablauf ist in Abb. 4.14 zu sehen.

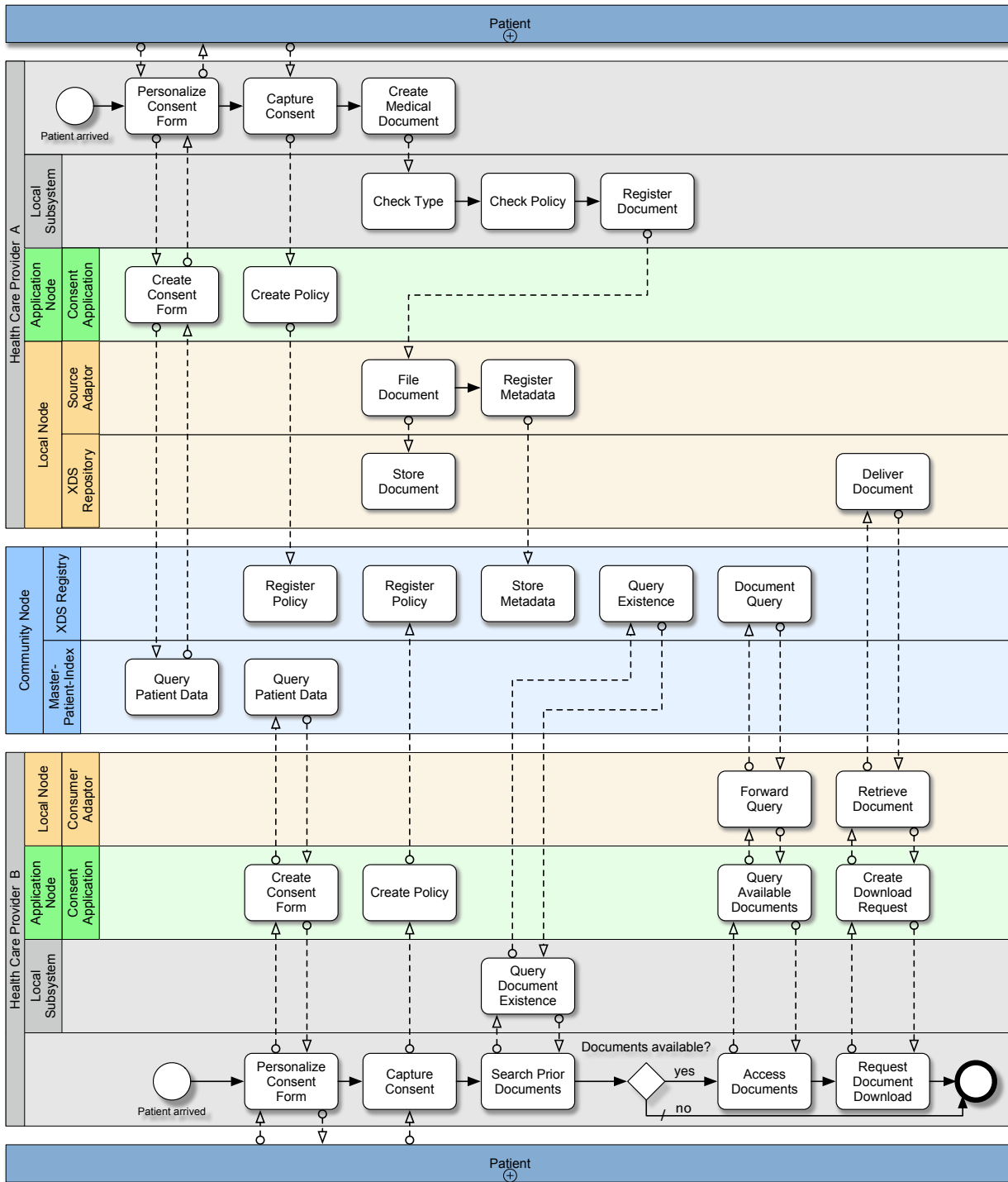


Abbildung 4.12.: GD Bank: Gesamtprozess des IHE XDS Document Sharing in der Gesundheitsdatenbank für Niedersachsen. (Quelle: eigene Darstellung, publiziert in [249])

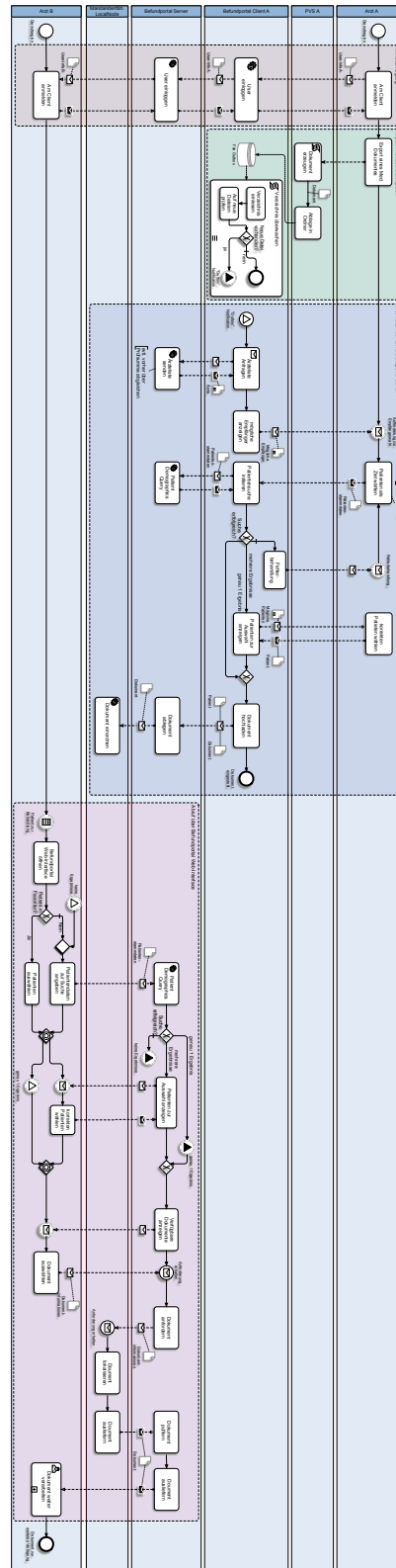


Abbildung 4.13.: GD Bank DocNet: Gesamtprozess des IHE XDS Document Sharing im GDB DocNet niedergelassener Ärzte der Gesundheitsdatenbank für Niedersachsen. (Quelle: eigene Darstellung)

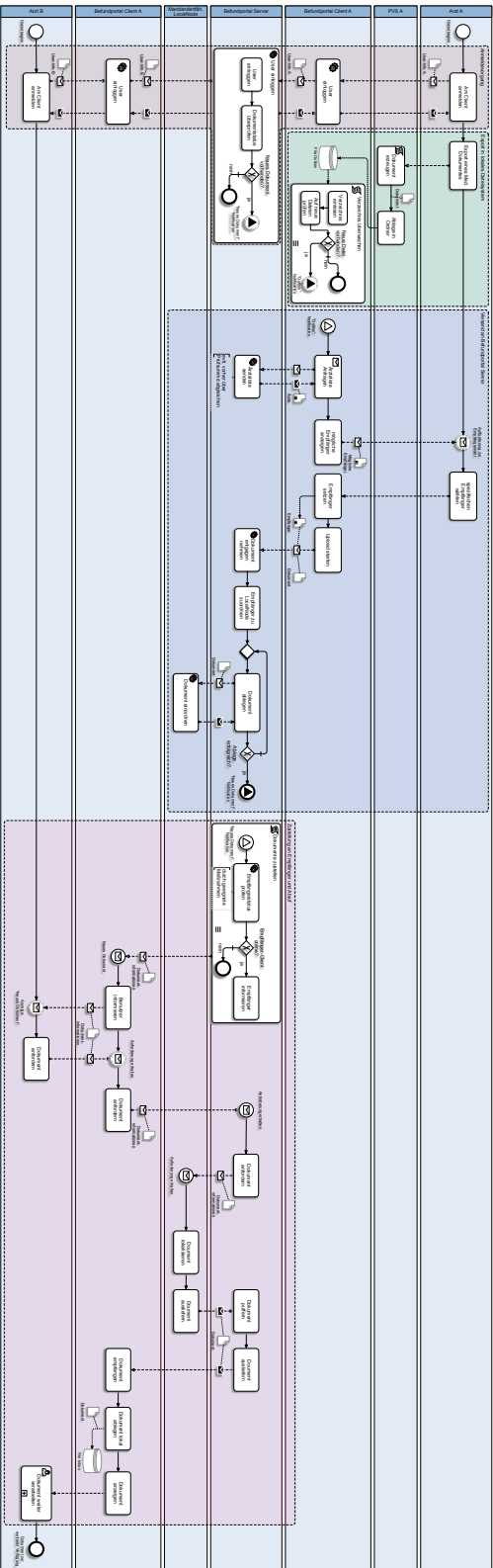


Abbildung 4.14.: GD Bank DocNet: Gerichtete Arztkommunikation zwischen niedergelassenen Ärzten mit dem IHE XDR Profil in der Gesundheitsdatenbank für Niedersachsen. (Quelle: eigene Darstellung)

4.4.4. Bedeutung für die Wohnung

Trotz Abbruch des Projektes noch während der Laufzeit ist das Konzept verteilte Informationshaltung für medizinische Daten - insbesondere im Lichte neuer Gesundheitsstandorte, wie der Wohnung - der zu favorisierende Weg in der transinstitutionellen Bereitstellung von Gesundheitsdaten. Die Kommunikationsstandards und -technologien zur Bildung dezentraler elektronischer Patientenakten sind vorhanden und können durch Standardisierung und Harmonisierung der Schnittstellen auf weitere Versorgungsorte und Leistungserbringer ausgeweitet werden. Die Schnittstellen der Wohnung (vgl. Abs. 3.2.3) erlauben die anlassbezogene, kontrollierte Weitergabe von Gesundheits- und Patientendaten und eine direkte Einbindung in den Versorgungsprozess (vgl. Abs. 3.2.10.2). Hieraus wird deutlich, dass die Konzepte der GD Bank direkte technologische, organisatorische und prozessuale Auswirkungen auf die Einbindung der Wohnung in Versorgungsprozesse des Gesundheitswesens haben.

4.5. Rollende Arztpraxis

Das Projekt "Rollende Arztpraxis" (RAP) untersuchte die technisch-ökonomische Machbarkeit eines Hausärztemobils zur komplementären Sicherung medizinischer Versorgung im Landkreis Wolfenbüttel. Die RAP zeigt verschiedene Parallelen zur Ausdehnung medizinischer Versorgungsprozesse auf die Wohnung und liefert in diesem Bezug technische und organisatorische Erkenntnisse. Während der Projektlaufzeit ist sie als "dritte Säule der medizinischen Versorgung" geführt worden und bildet daher ein wichtiges Beispiel für die Verlagerung konventioneller ärztlicher Tätigkeiten in ein anderes Umfeld (vgl. analog "Stufe 1: Verlagerung" in Abs. 3.2.5.2 und Abs. 3.2.5.3).

Die Rollende Arztpraxis ist durch das PLRI technisch begleitet und wissenschaftlich evaluiert worden. Der Abschlussbericht wurde vom Autor dieser Arbeit verfasst [399] und darüber hinaus das Projekt in verschiedenen Publikationen beschrieben [271,288–290].

4.5.1. Hintergrund und Zielsetzung der Rollenden Arztpraxis

Die Rollende Arztpraxis (RAP) begegnet der sich verändernden Altersstruktur unter den niedergelassenen Ärzten im Landkreis Wolfenbüttel. Im Rahmen des Modellprojektes „Zukunftsregionen Gesundheit – kommunale Gesundheitslandschaften“, initiiert und finanziert vom Niedersächsischen Ministerium für Soziales, Gesundheit und Gleichstellung, der AOK Niedersachsen und der Kassenärztlichen Vereinigung Niedersachsen, verfolgt der Landkreis Wolfenbüttel mit der RAP dabei das Ziel der Sicherstellung einer wohnortnahen, bedarfsgerechten medizinischen Versorgung speziell im Hinblick auf die Behandlung chronisch kranker, multimorbider und älterer Patienten. Die Frage ist, ob und wie die hausärztliche Versorgung durch eine mobile Versorgungseinheit – die Rollende Arztpraxis – ergänzt werden kann. Während sich bestehende Arztmobil-Modelle auf die Spezial- oder Basisversorgung einer spezifischen Teilmenge von Patienten beschränken, soll die Rollende Arztpraxis mobile Ergänzungslösung zur hausärztlichen Versorgung abbilden.

Die Auswahl adäquater Einsatzgemeinden erfolgte durch Analyse der Arztdichte und Verkehrsanbindung. Versorgungsanforderungen wurden durch eine teilstandardisierte Umfrage in den Projektregionen erhoben. Zielgrundgesamtheit waren alle gesetzlich Versicherten des Landkreises

Wolfenbüttel. Abgeleitet aus den resultierenden Use Cases wurden Versorgungsszenarien definiert.

Die Akzeptanz wird durch laufende Befragungen während der gesamten Projektlaufzeit ermittelt. Fragen an potentielle Patienten enthalten demografische Daten, Angaben zur aktuellen medizinischen Versorgung und Erwartungen an die RAP. Tatsächlich in der RAP behandelte Patienten werden zusätzlich zur Zufriedenheit mit ihrer Behandlung in der RAP befragt. Fragen an niedergelassene Hausärzte in den Projektregionen enthalten ebenso demografische Daten, generelle Angaben zur Praxis und sowie erwartete Nutzwerte für die Ärzte selbst und ihre Patienten.

Die basale ökonomische erfolgt anhand von Auslastungs- und Einsatzmodellen aus den realen Abrechnungen und Aufwendungen. (Absatz aus [399, S. 12f])

4.5.2. Kommunikation

Patienten, die in der RAP behandelt werden sollten dies komplementär zu weiterlaufenden Behandlung ihres bisherigen Hausarztes tun. Es bedurfte also des Transfers der entstehenden Behandlungsdokumentation in Form einer Befundübermittlung. Hierfür wurde eine spezielle Variante der gerichteten Befundkommunikation der GD Bank (vgl. Abs. 4.4.3) entworfen. Die Komponenten dieser Variante sind in Abb. 4.15 dargestellt. Der Ablauf entsprach im wesentlichen des XDR Prozesses der GD Bank (siehe Abb. 4.14).

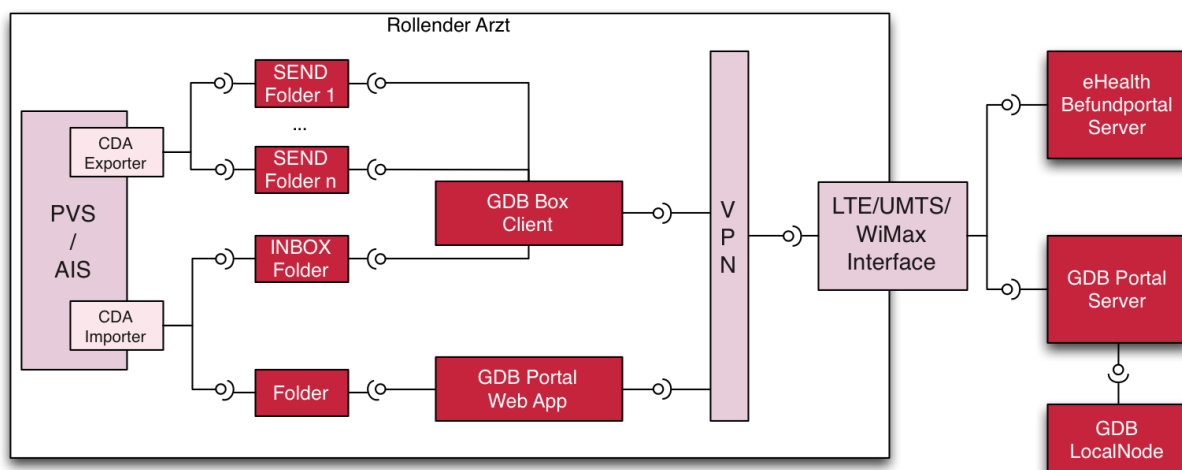


Abbildung 4.15.: GD Bank DocNet: Komponenten für die Bereitstellung der Befundkommunikation zwischen niedergelassenen Ärzten und der Rollenden Arztpraxis unter Verwendung von IHE XDR in der Gesundheitsdatenbank für Niedersachsen. (Quelle: Eigene Darstellung)

Die Realisierung der Kommunikationslösung sollte in Zusammenarbeit mit T-Systems erfolgen. Nach anfänglicher Zustimmung zum Prozess und Vorgehen ist die elektronischen Befundübermittlung von Teilen der Steuerungsgruppe jedoch als nicht notwendig erachtet worden, wodurch der Prozess lediglich zu Testzwecken implementiert wurde.

4.5.3. Evaluation

Das Projekt wurde durch eine Vorbefragung unter Versicherten und Ärzten zur Bedarfserhebung und Risikoeinschätzung (siehe u.a. Abb. 4.16), einer laufenden Befragung zur Akzeptanzermittlung (siehe u.a. Abb. 4.17) und einer nachgelagerten Auswertung der Auslastungskennzahlen (siehe u.a. Abb. 4.18) evaluiert. Der folgende Abschnitt stammt aus der Zusammenfassung des Abschlussberichtes der RAP [399]:

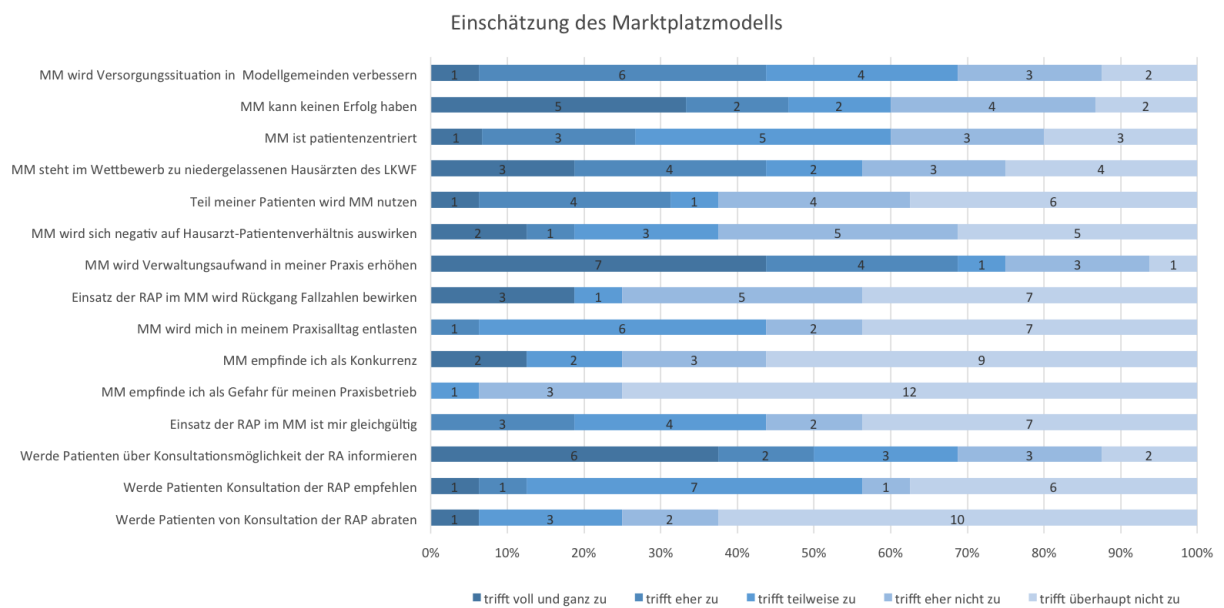


Abbildung 4.16.: Ergebnisse der Evaluation der Rollende Arztpraxis: Vorbefragung der Hausärzte (n=70) zur Eignung des Marktplatzmodells. (Quelle: Eigene Darstellung aus dem Abschlussbericht [399])

"Die Auswahlgrundgesamtheit der Vorbefragung umfasst 3090 Versicherte. Eine Antwortrate von 17,8% führte zu einer Stichprobengröße von 549 Versicherten. Das Durchschnittsalter war 61 Jahre, wobei Frauen (n=244) und Männer (n=296) ähnlich verteilt waren. 61% (n=323) gaben an, an einer oder mehreren chronischen Krankheiten zu leiden. 38% (n=141) waren eher oder sehr unzufrieden mit der hausärztlichen Versorgung. 41% (n=150) waren eher oder sehr unzufrieden mit der Erreichbarkeit des Hausarztes.

Die häufigsten Gründe für einen Hausarztbesuch waren die Behandlung akuter Symptome (n=375), Folgezeptaustellungen (n=317), Facharzt-Überweisungen (n=262) und die Behandlung chronischer Beschwerden (n=183). Diese Verteilung spiegelte sich auch im erwarteten Leistungsspektrum der RAP (n=[332, 285, 131, 115]) wider.

372 Rückmeldungen kamen aus den jeweils ausgewählten Halteorten. Davon gaben rund 41% eine eher hohe oder sehr hohe Wahrscheinlichkeit an, die RAP in Anspruch zu nehmen.

Während der Projektlaufzeit wurden 501 Behandlungen durchgeführt. Es gab eine Gesamtzahl von 276 Fällen. Das Durchschnittsalter der Patienten betrug 69 Jahre. Über die Hälfte der Patienten leidet an 3 oder mehr Diagnosen. Die Verteilung der Auslastung über die Haltepunkte war sehr unterschiedlich (n=[115, 158, 127, 70, 9, 5, 17]). Die häufigsten Diagnosen waren essentielle

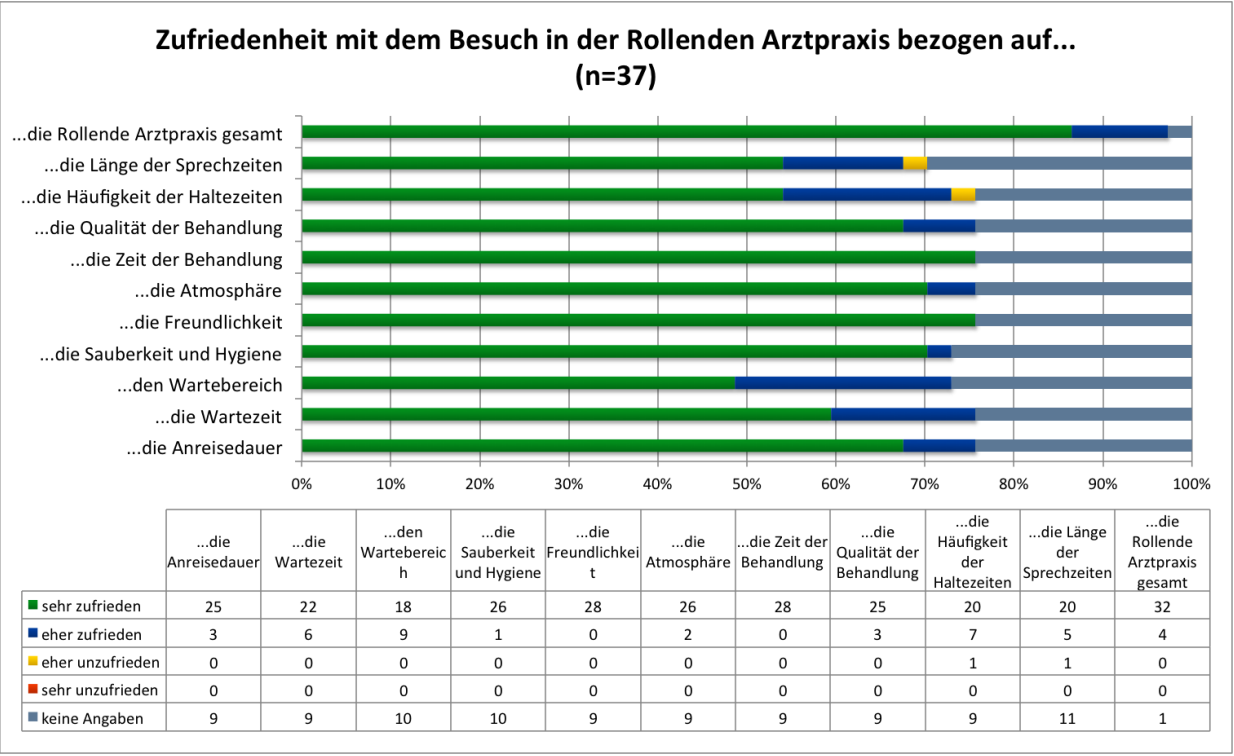


Abbildung 4.17.: Ergebnisse der Evaluation der Rollende Arztpraxis: Zufriedenheit mit dem Besuch bei der Rollenden Arztpraxis. (Quelle: Eigene Darstellung aus dem Abschlussbericht [399])

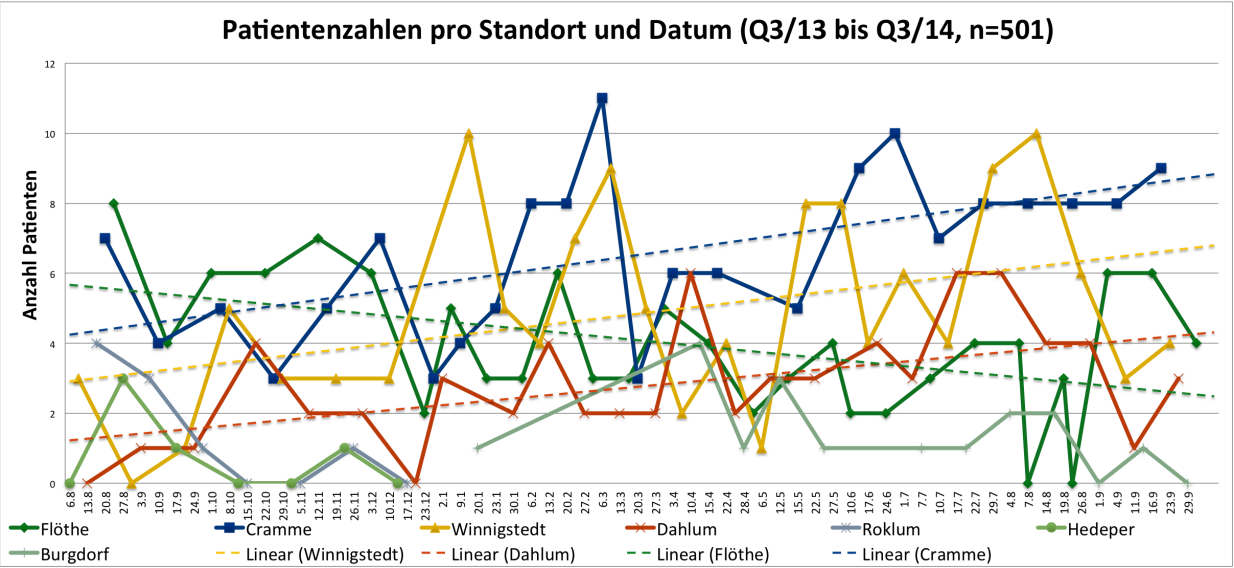


Abbildung 4.18.: Ergebnisse der Evaluation der Rollende Arztpraxis: Verlauf der Patientenzahlen vom 06.08.2013 bis 29.09.2014 in den Standorten Flöthe, Cramme, Winnigstedt, Dahlum, Roklum, Hedeper und Burgdorf von insgesamt 501 Patientenkontakten. (Quelle: Eigene Darstellung aus dem Abschlussbericht [399])

(primäre) Hypertonie (ICD-10: I10) gefolgt von chronischer ischämischer Herzkrankheit (ICD-10: I25) und hypertensiver Herzkrankheit (ICD-10: I11).

Ergebnisse der laufenden Befragung behandelter Patienten (Rücklauf ca. 13%, n=37) zeigt, dass alle Patienten eher zufrieden oder sehr zufrieden mit der RAP insgesamt sind. Kleinere Unzufriedenheiten betreffen die Haltefrequenz (n=1) oder die Sprechzeiten (n=1) der RAP. Als Gründe für den Besuch der RAP wurden hauptsächlich Folgeerzeptaussstellungen (n=18) und akute (n=15) sowie chronische (n=8) Beschwerden angegeben. Viele Patienten erreichten die RAP zu Fuß (n=18) oder mit dem Fahrrad (n=7).

Die Auswertung der Pseudoabrechnungen und Projektausgaben zeigt ein Defizit in allen drei aufgestellten Betriebsmodellen sowie deren drei Ausprägungen. Bei optimaler Standortwahl kann die RAP theoretisch bis zu 59% der Auslastung einer durchschnittlichen hausärztlichen Praxis generieren. Der Betrieb ist zur Ergänzung der ambulanten wohnortnahen Versorgung in Form eines subventionierten Modells möglich. Schlüsselfaktoren in der Standortwahl sind dabei ansässige Ärzte, die Verkehrsanbindung und das Bevölkerungsprofil.

Im Bezug auf die Fragestellung des Projektes ist es möglich die ambulante ländliche hausärztliche Gesundheitsversorgung der gesetzlichen Krankenversicherung im Landkreis Wolfenbüttel erfolgreich zu ergänzen."(aus [399, S. 12f])

4.6. Integriertes Stadtentwicklungskonzept Braunschweig 2030

Die räumlich-funktionale Stadtentwicklung nutzt als strategisches Planungsinstrument sogenannte Stadtentwicklungskonzepte. In Braunschweig soll diese Planung auf Beschluss des Rates vom 02.10.2012 in einem integrierten, die verschiedenen Fachplanungen der Verwaltung umfassenden Prozess erfolgen. Basierend auf einer Grundlagenermittlung von 2014 und einem entwickelten Leitbild von Mitte 2016 wurde von 2016 bis 2018 das "Integrierte Stadtentwicklungskonzept Braunschweig 2030" erarbeitet [381].

Im Erarbeitungsprozess gab es - zugeordnet zu fünf Leitzielen - insgesamt zwölf Facharbeitsgruppen, die sich jeweils mit einem Arbeitsfeld befassten. In der Facharbeitsgruppe 11: *Gesundheit* unter der Leitung des städtischen Gesundheitsamtes war neben Akteuren, wie dem städtischen Klinikum Braunschweig, dem Rettungsdienst, dem Seniorenbüro, der städtischen Gesundheitsplanung oder Vertretern der Pflege auch das PLRI beteiligt. Entgegen anderer Arbeitsfelder lagen dem Bereich Gesundheit keine Handlungsaufträge aus dem vorhergehenden Bürgerdialog vor, sodass das PLRI zur Abgabe einiger inhaltlicher Impulse - in Form eines Vortrags des Autors dieser Arbeit - aufgefordert wurden. Die zwei vorgestellten Themenfelder "Die Wohnung als diagnostischer und therapeutischer Raum" und "Sektorübergreifende medizinische Versorgung unter Einbezug neuartiger Gesundheitsstandorte" sind - im Einklang mit den Thesen dieser Arbeit - anschließend von der Arbeitsgruppe einstimmig als die zwei primären Handlungsfelder übernommen und unter den Arbeitstiteln "Gesundes Wohnen" und "Digitale Vernetzung" behandelt worden.

Der ISEK Prozess selbst ist Beispiel für die Notwendigkeit eines Forschungsnetzwerkes (vgl. Abs. 3.2.11.2) und die Grundlage für die Erarbeitung eines zielorientierten, domänenübergreifen-

den Narrativs (vgl. Abs. 3.2.11.2). Im Verlauf der Bearbeitung entstanden jeweils ein Sachstand (vgl. Anhang D.1), eine Sammlung von Handlungsaufträgen (vgl. Anhang D.2) sowie verschiedene Maßnahmenblätter zur Dokumentation bereits laufender oder durchzuführender Projekte (vgl. Anhang D.3), die auf Grund ihres Umfangs im Anhang beigelegt sind.

4.7. Zwischenfazit der Realisierungsprojekte

In Analogie zu den Rollenbetrachtungen spannen die Realisierungsprojekte einen Bogen von infrastrukturellen Aspekten über Dienstleistungsinhalte zu vorwiegend netzwerkbezogenen, strategiefokussierten Methoden (vgl. Abs. 3.3). Während die Inhalte von BASIS als Plattformansatz sowie AGT Reha als therapeutischer Akteur eher die Entwicklung grundlegender Infrastrukturkomponenten behandelt, fokussieren MoCaB, die Rollende Arztpraxis und die GD Bank mögliche Dienstleistungen auf bestehender Infrastruktur. Zwar bildet die GD Bank auch inhärent ein Netzwerk von Akteuren und Versorgern, dieser strategisch ausgerichtete Aspekt kommt jedoch maßgeblicher in den zugrundeliegenden Arbeitsgruppen oder in einzig darauf ausgerichteten Projekten, wie dem ISEK Braunschweig 2030 zum Tragen.

Als Fazit der Projektdurchführung sei formuliert, dass sich die Relevanz jedes gezeigten Projektes in Bezug auf die Rollen der Wohnung erkennen lässt. Für die Formulierung eines Integrations-szenarios sind also wiederum die Ebenen technischer **Infrastruktur**, wohnungsbezogener **Dienstleistungen** sowie domänenübergreifender Versorgungs- und Steuerungs**netzwerke** wichtig. In diesem Methodenrahmen können sich spezifische Szenarien bewegen.

5 Exemplarisches Integrationsszenario

Die Rollenanalyse und die Realisierungsprojekte haben eine Reihe von Einzelaspekten zur Integration der Wohnung in patientenzentrierte Versorgungsprozesse gezeigt. Die Vielschichtigkeit der behandelten **Funktionen** (vgl. Abs. 2.4.2), der angewandten **Methoden** (vgl. Abs. 3.3 und Abs. 4.7) und der umrahmenden **Prinzipien** (vgl. Abs. 3.3) macht eine Zusammenführung dieser Einzelaspekte der verschiedenen Rollen in ein verständliches Narrativ notwendig. Hierdurch soll die Steuerung von Projektbestrebungen ermöglicht und die Integration der Wohnung in die medizinische Versorgung vorangetrieben werden.

Die Entwicklung erfolgt im folgenden Kapitel durch Integration der Rollenhandlungen in ein exemplarisches Szenario für die Stadt Braunschweig. Aus dieser, vom Autor formulierten “Vision Wohnen” wird ein Rahmenkonzept entwickelt und mit den Inhalten und Ergebnissen der Rollenhandlungen in Form der Realisierungsprojekte gefüllt. Das eigentliche Integrationsszenario folgt dann in Form des Strategiepapiers “Modellstadtinitiative Braunschweig: Vision Wohnen²⁰³¹”.

5.1. Methodik

Die Erarbeitung des Integrationsszenarios setzt Bestrebungen aus dem ISEK Prozess (vgl. Abs. 3.2.11.3 und Abs. 4.6) fort, der von nahezu allen relevanten Partnern für die Entwicklung wohnungsintegrierender Versorgungsprozesse mitgestaltet worden ist. So ist nach Fertigstellung des ISEK [381] die Weitergestaltung des Rahmenprojektes “Gesund vernetzt” (siehe Abb. 3.27) beschlossen worden. Grundlage dieser weiteren Steuerung der Projektaktivitäten waren neben der Beibehaltung der Steuerungsgruppe die Einladung weiterer Akteure sowie die Erstellung einer konsentierten Rahmenstrategie, um allen Beteiligten ein einheitliches Verständnis der gemeinsamen Arbeit zu geben und die inhaltliche Arbeit zu steuern. Diese Rahmenstrategie ist das hier entwickelte Integrationsszenario.

5.1.1. Entwicklung der Vision Wohnen

Bereits im Laufe der Projektaktivitäten der beschriebenen Realisierungsprojekte machte die Vielschichtigkeit der möglichen Funktionen der Wohnung deutlich, dass für die interdisziplinäre Projektarbeit eine einheitliche Zieldefinition benötigt würde. Das zu erstellende Dokument sollte hierbei einigen Anforderungen genügen, um sein Ziel erreichen zu können:

1. Die **Zielgruppe** sind sowohl Akteure des Gesundheitsbereiches aber auch fachfremde Beteiligte aus den Bereichen Wohnbau oder Stadtentwicklung.
2. Als **Zeithorizont** ist der Planungszeitraum des ISEK - also 2030 - angesetzt.
3. Die **Inhalte** sollen
 - a. wissenschaftlich fundiert sein und gleichzeitig

b. ein zukunftsorientiertes Narrativ enthalten.

4. Die **Form** sollte

- a. die damals maßgeblich treibenden Akteure - mit dem PLRI und der TU Braunschweig als Ideengeber - erkennen lassen,
- b. als knappes Thesenpapier (maximal 4 Seiten) ausformuliert sein und
- c. nur grundlegende Literaturhinweise enthalten.

Den inhaltlichen Anforderungen folgend ist der Titel des Dokumentes “Vision Wohnen²⁰³¹”. Die Erarbeitung erfolgt auf Basis des Sachstandes im Bereich AGT, wie er auch für das ISEK formuliert wurde (vgl. Anhang D.1) und den Erfahrungen aus den Realisierungsprojekten und vorhergehenden Projekten des PLRI. Während das ursprüngliche ISEK auf 2030 ausgelegt war, wurde hier 2031 als Zieljahr gewählt, um (1) zwar eine zeitliche Ähnlichkeit aber gleichzeitig eine Abgrenzungen erkennen zu lassen und (2) weil Braunschweig im Jahr 2031 seinen 1000. Geburtstag feiert.

Als Strukturierung der Zielsetzung dienten die aus den Rollenanalysen und Realisierungsprojekten extrahierten methodischen Ebenen - **Infrastruktur**, **Dienstleistung** und **Netzwerk**. Die Kernelemente sind in Abb. 5.1 zu sehen. Das vollständige Dokument findet sich in Abs. 5.2.1.

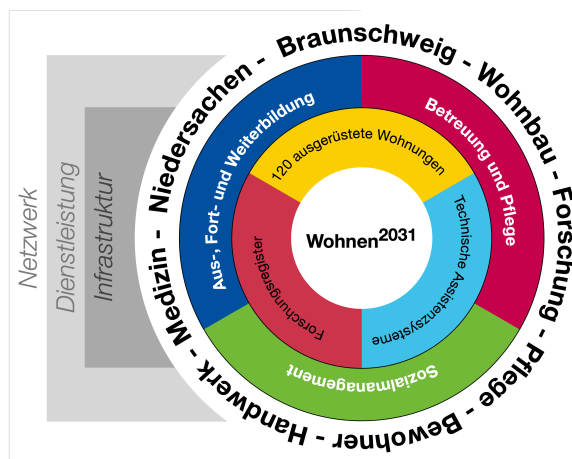


Abbildung 5.1.: Kernelemente der Vision Wohnen²⁰³¹ (Quelle: eigene Darstellung)

5.1.2. Rahmenkonzept für die Modellstadtinitiative

Auf Grundlage der *Vision Wohnen* wurde der Beginn einer gemeinsamen Initiative vorgeschlagen, welche Braunschweig als Modellstadt für Wohnen mit technischen Assistenzsystemen etablieren soll. Sie dient als Grundlage für die Realisierung des hier vorgestellten Integrationstionsszenarios. Als methodischer Rahmen für die Erarbeitung notwendiger Projekteinhalte dienen die Ergebnisse der Modellanalyse, der Rollenanalyse und der Realisierungsprojekte (vgl. “Zwischenfazit”-Kapitel Abs. 2.4, 3.3, 4.7). Die hier identifizierten Kernelemente spannen drei Ebenen auf, in denen das Integrationsszenario definiert werden muss.

Wirkungsfelder In der patientenzentrierten Sichtweise der Systematisierung von Rollen der Wohnung (vgl. Abs. 2.4.2 und siehe Abb. 2.7) treten fünf maßgebliche Funktionen hervor. Für die institutionalisierte Sicht der Modellstadtinitiative bespielen diese Funktionen drei Bereiche, die sich aus der Weiterführung der Ziele der *Vision Wohnen* sowie aus den Handlungsfeldern der Rollen der Wohnung ergeben und im folgenden als Wirkungsfelder bezeichnet werden:

1. **Komfort und Sicherheit:** Dieses Wirkungsfeld adressiert das Wohnen mit Assistenzsystemen und entsprechende neue Wohnformen. Es subsummiert im Wesentlichen die nicht primär medizinisch geprägten Akteure sowie die zugehörigen Funktionen “sich informieren”, “in Kontakt bleiben” und “in Würde gehen”.
2. **Umfassende Pflege:** Dieses Wirkungsfeld zielt auf die Unterstützung und Erweiterung aktueller Pflegeformen ab und beinhaltet auch neue Pflegeformen, die durch technische Fähigkeiten der Wohnung möglich werden. Maßgeblicher Akteur sind pflegerisch tätige Professionen des Gesundheitswesens. Hierbei fließen die patientenzentrierten Funktionen “gesund werden”, “gesund bleiben” und “in Kontakt bleiben” ein.
3. **Erweiterte medizinische Versorgung:** Dieses Wirkungsfeld nutzt Anknüpfungspunkte konkreter medizinischer Versorgungsleistungen und erweitert sie auf das Wohnumfeld. Hierbei stehen primär medizinische Akteure des Gesundheitswesens im Vordergrund. Entsprechend sind hier die Funktionen “gesund bleiben”, “gesund werden” und “sich informieren” Handlungsgrundlage.

Methoden Bereits aus der Rollenanalyse und den Realisierungsprojekten hervorgegangen und in der *Vision Wohnen* angewendet, bildet sich auf methodischer Ebene eine Dreiteilung heraus, mit der die Ziele der Wirkungsfelder erreicht werden können. Diese drei Ebenen finden hier erneut Anwendung:

1. **Infrastruktur:** Diese Ebene erarbeitet die Grundlagen für alle Handlungen in den Wirkungsfeldern und umfasst beispielsweise die Bereitstellung von Wohnungen, Sensorik- und Aktorikkomponenten oder technischen Assistenzsystemen.
2. **Dienstleistung:** Diese Ebene beinhaltet die Realisierung von Mehrwertdiensten und Versorgungsleistungen auf der oder in Anbindung an die zuvor geschaffene Infrastruktur. Der kaufmännisch konnotierte, breite Begriff rührt aus der Spanne der Wirkungsfelder, von der Domäne Wohnung über die Pflege zur Medizin, her und wird hier entsprechend auch - jedoch nicht abschließend - mit ökonomischer Bedeutung verwendet.
3. **Netzwerk:** Diese Ebene adressiert alle, die Akteure verbindenden Handlungen in den Rollen der Wohnung und darum herum. Sie folgt wiederum aus der interdisziplinären Breite der Wirkungsfelder und leitet sich sowohl explizit aus den Anforderungen der Wohnung als Forschungssystem als auch implizit aus der Existenz der Arbeitsgruppe um die Modellstadtinitiative selbst ab.

Prinzipien Insbesondere aus der Rollenanalyse und den hierin identifizierten Anforderungen einiger Rollen lassen sich Prinzipien ableiten, welche die methodischen Handlungen in den Wirkungsfeldern steuern. Sie bilden den Prinzipienrahmen:

1. **Öffentlichkeit:** Das Prinzip umfasst zwei Perspektiven. Einerseits sind die Aktivitäten und Handlungen innerhalb der Projekte unter Mitwirkung und Einbeziehung der Öff-

fentlichkeit, Bürgervertretern oder Interessengruppen durchzuführen. Auf der anderen Seite sollen Projektaktivitäten bekannt gemacht und veröffentlicht werden.

2. **Nachhaltigkeit**: Durch die Verstetigung von geschaffenen Infrastrukturen, Dienstleistungen und Netzwerken können Projekte langfristig aufeinander aufbauen.
3. **Wissenschaft**: Dieses Prinzip adressiert die Sicherstellung von Realisierbarkeit im Sinne einer technisch-organisatorischen Machbarkeit sowie - insbesondere im Wirkungsfeld *erweiterte medizinische Versorgung* - eine Gültigkeit und Validität diagnostischer und therapeutischer Verfahren.

Der Projektrahmen wurde als Würfel visualisiert und ist in Abb. 5.2 dargestellt. Anschließend erfolgte die Einarbeitung der Inhalte aus den Realisierungen der Rollenbetrachtung sowie den relevanten Projekten. Die Struktur ergab sich dabei aus den Wirkungsfeldern, aufgetragen gegen die Methoden in Form eines Gitters und jeweils erweitert um drei Felder für die entsprechenden Prinzipien. Den Aufbau der 2-dimensionalen Darstellung der drei Ebenen im Raster zeigt das finale Dokument für den Projektrahmen der Modellstadtinitiative in Abs. 5.2.2.

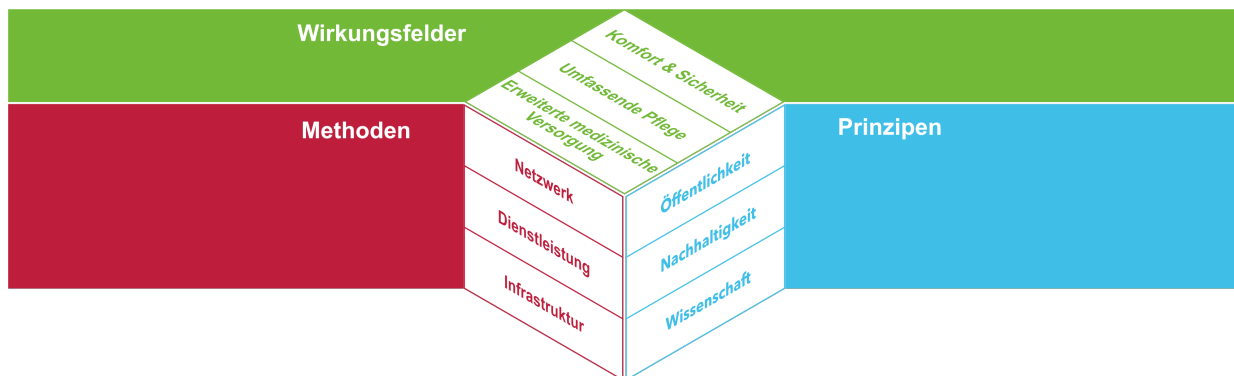


Abbildung 5.2.: Ebenen des Projektrahmes der Modellstadtinitiative Braunschweig: Vision Wohnen²⁰³¹
(Quelle: eigene Darstellung)

5.1.3. Übertragung in die Modellstadtinitiative

Das exemplarische Integrationsszenario ergibt sich durch Ausformulieren der aggregierten Inhalte des Rahmenkonzeptes. Gleichzeitig wurden die Inhalte der *Vision Wohnen* integriert. Für die grafische Gestaltung sind die Ebenen des Rahmenkonzeptes aufgegriffen und mit dem Schriftzug „Vision Wohnen²⁰³¹“ sowie dem Würfel verbunden worden. Die Farbklänge sind angelehnt an die maßgeblich beteiligten und initiiierenden Partner, die Stadt Braunschweig, das PLRI und die TU Braunschweig - jeweils **rot** - sowie die Nibelungen Wohnbau GmbH und das Städtische Klinikum Braunschweig - beide mit **grün** und **blau** vertreten. Das Ergebnis ist der Schriftzug in Abb. 5.3. Eine vereinfachte Variante ohne Schriftzug, nur mit dem Würfel findet in der Fußzeile Anwendung. Das komplette Integrationsszenario in Form der Modellstadtinitiative findet sich in Abs. 5.2.3.

Für die weitere Planung der Modellstadtinitiative wurde zusätzlich eine Roadmap angefertigt, welche sowohl bisherige als auch die geplanten, in der Initiative beschriebenen Projekte zeigt. Einen Ausschnitt für die zwei ersten Pilotprojekte zeigt Abb. 5.4 und die vollständige Roadmap im Dokument zeigt Abb. 5.23.



Abbildung 5.3.: Logo der Modellstadtinitiative Braunschweig: Vision Wohnen²⁰³¹ (Quelle: eigene Darstellung)



Abbildung 5.4.: Ausschnitt aus der Roadmap der Modellstadtinitiative: Vision Wohnen²⁰³¹. Dargestellt sind Projekte über die Zeit mit ihrem Namen und einer Kurzbeschreibung (vorne), den primären Inhalten (oben, weiß auf rot) sowie den maßgeblichen Projektpartnern (rechts). (Quelle: eigene Darstellung)

5.2. Ergebnisse

Das Ergebnis der entwickelten *Vision Wohnen* und der Erarbeitung der Modellstadtinitiative sind drei Dokumente, die in den nachfolgenden Kapiteln im Volltext integriert sind. Im Einzelnen sind enthalten:

1. Die *Vision Wohnen* selbst, dargestellt in Abs. 5.2.1, in der Version vom Dezember 2018. Dies ist die letzte Iteration, nachdem die ursprüngliche Variante noch nicht den Schriftzug "Modellstadtinitiative Braunschweig" getragen hat und noch auf das im ISEK verankerte Jahr 2030 ausgerichtet war.
2. Das Exposé der Modellstadtinitiative im Projektrahmen zeigt Abs. 5.2.2. Hierbei handelt es sich um ein internes Dokument der Arbeitsgruppe, da die Vielzahl der Inhalte für eine externe Verwendung ungeeignet ist.
3. Die fortgeschriebene *Vision Wohnen* mit den Inhalten der Modellstadtinitiative enthält Abs. 5.2.3. Das Dokument dient weiterhin als Steuerungsinstrument und wird im Rahmen der Projektkoordination stetig aktualisiert.

5.2.1. Vision Wohnen



Modellstadtinitiative Braunschweig

Vision Wohnen²⁰³¹

**Attraktives, modernes Wohnen für Jung und Alt in
Gesundheit, Sicherheit und Teilhabe.**

Nibelungen Wohnbau, Stadt Braunschweig, TU Braunschweig, PLRI

Dezember 2018

Kurzfassung: Braunschweig soll einen zukunftsorientierten Exzellenz- und Infrastruktur-cluster für innovative Lebensumfelder schaffen. Kerninnovation sind 120 technisch ausgerüstete Wohnungen mit angeschlossenem Dienstleistungs- und Sozialmanagement, eingebettet in einen wissenschaftlichen Forschungskreislauf. Ausgerichtet an der Living-Lab Methode, fördert die Modellstadtinitiative nachhaltig die Lebensqualität und individuelle Sicherheit in Wohnung und Quartier für alle Generationen. Durch die Festschreibung in der Stadtentwicklung, das innovative Voranschreiten regionaler Wohnbauakteure, die Erfahrung wissenschaftlicher Institute und starke Kooperationspartner sind die Voraussetzungen in Braunschweig ideal. Dieser Innovationsinkubator kann für die Region zu einem Leuchtturm internationalen Maßstabs werden.

Vision

Im Wohnumfeld der Zukunft ist es selbstverständlich auch mit wachsendem Hilfebedarf in der eigenen Wohnung und in der gewohnten Umgebung zu leben und zu altern. Die technische Infrastruktur für die flexible, bedarfsgerechte Konfiguration entsprechender Assistenzsysteme ist in jeder Wohnung vorhanden. Die entstandene Lebenswelt sichert Lebensqualität, Sicherheit und Wohlbefinden in allen Lebensphasen, unter Erhalt und Verbesserung der Selbstbestimmung und der physischen, mentalen, emotionalen und sozialen Gesundheit der Bewohner. Die Infrastruktur bietet Anknüpfungspunkte für Elemente des eHealth und Telemonitoring. Elektronische Patientenakten angrenzender Versorgungs- und Pflegeeinrichtungen enthalten Informationen aus dem Gesundheitsstandort Wohnung, binden sie in die diagnostischen und therapeutischen Prozesse ein und geben relevante Informationen hierhin zurück. Übergeordnete Bestrebungen der Region oder des Landes zur Vernetzung der Gesundheitsstandorte und damit auch die Einbindung der Wohnung sind aufgenommen und aktiv unterstützt. Die grundlegende Verfügbarkeit der technischen Infrastruktur ermöglicht die Durchführung wissenschaftlicher Studien mit flexiblen Einschlusskriterien. Bewohner haben die Möglichkeit, ihre wohnungsbezogenen Daten anonymisiert zu Forschungszwecken in einem zentralen Register zur Verfügung zu stellen, um fundierte empirische Forschung voran zu bringen. Es werden Fragen der Machbarkeit, Wirksamkeit und des Nutzens verbesserter Methoden in der Diagnostik ("Informatikdiagnostika") und Therapie ("Informatiktherapeutika") beantwortet.

Flexibel einsetzbare Dienstleistungsangebote schaffen individualisierte Lebensinfrastrukturen und stärken die Wohnungs-, Nachbarschafts- und Quartiersbindung. Neue, individuellere Formen der Pflege entstehen durch das Zusammenwirken von Dienstleistern und Bewohnerbeiträgen. Das Entstehen und Halten von Nachbarschaftsbeziehungen wird gesellschaftlich und technisch unterstützt. Umfassendes Sozialmanagement verbindet das Quartier. Innovative Wohnformen beleben die Stadtteilentwicklung und treffen die Lebenswirklichkeit der Bewohner. Methoden und Umsetzungserfahrungen im Rahmen der Infrastruktur-, Dienstleistungs- und Netzbildung sind in die Aus-, Fort- und Weiterbildung sowie Beratungsangebote der Ärzte, Pflegekräfte und technischen/handwerklichen Berufsgruppen integriert. Dadurch ist die Reproduzierbarkeit und Nachhaltigkeit der geschaffenen Lebensinfrastruktur sichergestellt.

Hieraus ergibt sich eine einzigartige Kombination aus Umfang, Zielrichtung und Expertise, welche die Modellstadtinitiative zum Beispiel internationalen Niveaus werden lässt. Ein wissenschaftlich begleiteter Innovationszyklus bringt übertragbare Erkenntnisse für die medizinische Versorgung, Pflege und gesellschaftliche Entwicklung.

Hintergrund

Das sichere Wohnumfeld ist ein Primärbedürfnis aller Altersgruppen. Es erhält und steigert Selbstbestimmung und Wohlbefinden in physischer, mentaler, emotionaler und sozialer Dimension. Technische Assistenzsysteme können helfen sich verändernde Lebensumstände zu begleiten, gesund zu bleiben, gesund zu werden, sich zu informieren oder in Kontakt zu bleiben.

Technische Assistenzsysteme haben primäre, gesundheitsbezogene Aufgaben, wie das Erkennen von Not-situationen, das Versorgungsmanagement oder Gesundheitsmonitoring; sie haben sekundäre, begleitende Aufgaben, wie die Sicherung sozialer Teilhabe, Alltagsassistenz oder Schulung und Aufklärung; und sie

haben tertiäre, technische Aufgaben, wie das Messen personenbezogener und ambierter Parameter, die Speicherung medizinischer Informationen und die Realisierung von Schnittstellen zur Integration in die digitale Infrastruktur der Gesundheits-, Energie- oder angrenzenden Versorgung. Durch sie kann die Gesundheitsversorgung potentiell umfassender und effektiver gestaltet werden.

Technische Assistenzsysteme sind technisch machbar und breit einsetzbar. Durch weiterentwickelte Systeme sind vergleichsweise kostengünstige Diagnose- und Therapieverfahren zu erwarten. Die Informiertheit betrachteter und in Bezug stehender Personen wird steigen. Das Selbstverständnis und Kommunikationsverhalten gegenüber Pflege, Therapeut und Dienstleister wird sich verändern. Technische Assistenzsysteme fokussieren ggf. nicht primär medizinische Anwendungen, z.B. aus dem Bereich der Konsumelektronik. Gewonnene Daten und Informationen technischer Assistenzsysteme sind potentiell relevant für weitere Versorgungseinrichtungen.

Die Erhöhung der Lebensqualität durch den Einsatz technischer Assistenzsysteme in der Wohnung ist ein iterativer Kreislauf, von der Verfügbarmachung über die empirische Validierung hin zum nutzenbringenden Einsatz. Dieser Forschungskreislauf berührt alle wohnungsnahen Akteure, wie Bewohner, Pflege, Wohnungsbau, Handwerk und Stadtentwicklung. Er ist nachhaltig nur durch die Etablierung eines Forschungs- und Entwicklungsumfeldes für Lebenswelten (Living Lab) abzubilden.

Zielsetzung

Die Modellstadtinitiative soll eine Forschungs-, Wohn- und Lebensinfrastruktur, bestehend aus den Kernkomponenten Infrastruktur, Dienstleistungen und Netzwerk schaffen. Ihr Beitrag ist die individuelle Sicherung von Wohnen in Würde, Gesundheit und Teilhabe sowie die Förderung gesellschaftlichen Erkenntnisgewinns durch Verstehen, Begleiten und Innovieren.

Infrastruktur: Es sollen 120 Wohnungen mit einem erprobten, gewerkeübergreifenden Hausautomatisierungssystem ausgerüstet werden. Auf dieser Basis kann die flexible Installation technischer Assistenzsysteme erfolgen. Ergänzt durch ein Forschungsregister bildet dies den infrastrukturellen Teil der Initiative.

Dienstleistung: Die Wohneinheiten umfassen kleine Wohnungen ohne Barrieren, gemeinschaftliche Wohnprojekte und eine Wohn-Pflegegemeinschaft. Die Spezifika der Wohnformen werden durch passende Dienstleistungen adressiert und ergänzt. So bilden Betreuungsangebote durch Pflegedienste, Bewohnerinitiativen/-gruppen oder Angehörige eine bedarfsgerechte, skalierbare Absicherung. Eine Präsenzstelle zum Sozialmanagement verbindet die organisatorischen und sozialen Belange der Bewohner. Ein inhaltliches Beratungsangebot auf Ebene des Quartiers und der Stadt ergänzen die Nachhaltigkeit, geschaffen durch Aus-, Fort- und Weiterbildungsangebote für Handwerk, Pflege, Medizin und weitere relevante Berufs- und Interessengruppen.

Netzwerk: Ein Netzwerk "gesundes Wohnen" soll die Brücke zwischen operativen, taktischen und strategischen Aspekten der beteiligten Partner schaffen. Es trägt zur Ausrichtung der Aktivitäten der Netzwerkpartner an den Zielen der Modellstadtinitiative bei.

Faktor Braunschweig

Die Stadt Braunschweig ist mit etwa 250.000 Einwohnern die zweitgrößte Stadt Niedersachsens und Oberzentrum für eine Million Menschen der Region. Die Stadt Braunschweig besteht aus mehreren Stadtteilen, die sich um die Innenstadt gruppieren. Der Anteil der Braunschweiger, die 65 Jahre oder älter sind, beträgt bereits heute 20,9%.

Die Voraussetzungen zur Etablierung der Modellstadtinitiative in Braunschweig sind ideal.

Das integrierte Stadtentwicklungskonzept Braunschweig 2030 (ISEK 2030) hat den Handlungsbedarf im Bereich "gesundes Wohnen" und "digitale Vernetzung" der Gesundheitsversorgung identifiziert. Die Stadt hat ein aktives Interesse an der nachhaltigen Umsetzung der Handlungsempfehlungen.

Regionale Wohnbauunternehmen - wie die Nibelungen-Wohnbau-GmbH Braunschweig - haben die Potentiale innovativer Wohnformen erkannt und setzen erste Ansätze bereits um. Eine große Zahl neu entstehender Wohnungen haben die technischen Voraussetzungen entsprechende Assistenzsysteme aufzunehmen.

Mit dem Peter L. Reichertz Institut für Medizinische Informatik und dem Institut für Datentechnik und Kommunikationsnetze bieten die Technische Universität mit Verbindungen zur Medizinischen Hochschule Hannover langjährige medizinische, informations- und elektrotechnische Expertise bei Ausstattung, Betrieb und Erforschung automatisierter Wohnungen.

Die weiteren starken, kooperationsbereiten Partner, wie das Städtische Klinikum Braunschweig, der Betreuungsbereich e.V., die Wohnbaugesellschaften oder der Rettungsdienst haben in der Vergangenheit eine Vielzahl erfolgreicher Projekte, wie die Forschungswohnungen, BASIS, AGT Reha, QuAALi, HExAAL, GAL-NATARS, PsyAGT oder BedExit ermöglicht. Netzwerke, wie eHealth.Braunschweig oder eHealth.Niedersachsen zeigen nach wie vor kooperative Effekte.

Literatur

- (ISEK2030)** Integriertes Stadtentwicklungskonzept Braunschweig 2030 - ISEK 2030, Handlungsauftrag "Gesundes Wohnen". Arbeitsgruppe 11: Gesundheit; 2017.
- (BS2030)** Braunschweig 2030 - Leben vor und hinter der Haustür [Projektantrag]. Peter L. Reichertz Institut für Medizinische Informatik der Technischen Universität Braunschweig und der Medizinischen Hochschule Hannover; 2015.
- (GroKo2017)** Gemeinsam für ein modernes Niedersachsen - Für Innovation, Sicherheit und Zusammenhalt. Koalitionsvereinbarung zwischen der Sozialdemokratischen Partei Deutschlands (SPD) Landesverband Niedersachsen und der Christlich-Demokratischen Union (CDU) in Niedersachsen für die 18. Wahlperiode des Niedersächsischen Landtages 2017 bis 2022.
- (Altenbericht2016)** Siebter Bericht zur Lage der älteren Generation in der Bundesrepublik Deutschland. Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend; Deutscher Bundestag, Drucksache 18/10210; 2016.

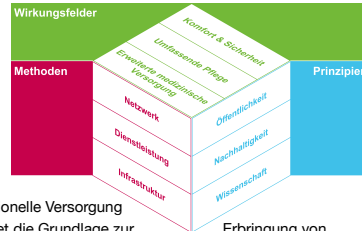
5.2.2. Projektrahmen der Modellstadtinitiative



Modellstadtinitiative Braunschweig: Vision Wohnen²⁰³¹

Ziel der Modellstadtinitiative ist es, eine Wohn-, Lebens-, und Forschungsinfrastruktur zur individuellen Sicherung von Wohnen in Würde, Gesundheit und Teilhabe zu schaffen. Sie fördert gesellschaftlichen Erkenntnisgewinn durch Verstehen, Begleiten und Innovieren.

Der Würfel zeigt den Rahmen der Modellstadtinitiative. Es lassen sich konkrete Aktivitäten in Bezug auf die Szenarien (Herz, Demenz, Sturz) je Wirkungsfeld und Methode ableiten. Die Prinzipien wirken auf die Gestaltung der identifizierten Aktivitäten.



- Die Wirkungsfelder zeigen, wo die Modellstadtinitiative aktiv werden soll. Das bildet sich in den primär beteiligten Partnern ab.
 - Komfort & Sicherheit = Wohnen mit Assistenzsystemen und neue Wohnformen
 - erweiterte Pflege = neue Pflegeformen und Unterstützung aktueller Pflege
 - erweiterte medizinische Versorgung = neue Versorgungsleistungen in Anknüpfung an konventionelle Versorgung
- Die Methoden geben an, wie die Ziele der Wirkungsfelder bearbeitet werden. *Infrastruktur* bildet die Grundlage zur *Dienstleistung* in den Wirkungsfeldern, begleitet durch ein *Netzwerk* aus allen Leistungserbringenden und empfangenden Partnern.
- Die Prinzipien sind eine Checkliste für alle Projektaktivitäten:
 - Öffentlichkeit beschreibt die Bekanntmachung und Öffnung der Aktivitäten sowie die Beachtung und Einbeziehung der Öffentlichkeit.
 - Nachhaltigkeit ist die Verstärkung von Infrastruktur, Dienstleistung und Netzwerk, befördert durch alle Projektaktivitäten.
 - Wissenschaft bezieht sich auf die fachgerechte Evaluation zur Sicherstellung von Realisierbarkeit und Nutzen.

Zur Realisierung von Infrastruktur, Dienstleistungen und Netzwerkaktivitäten in den Wirkungsfeldern bedarf es finanzieller und personeller Ressourcen.

	Komfort & Sicherheit			Umfassende Pflege			Erweiterte medizinische Versorgung		
Netzwerk	<ul style="list-style-type: none">▪ Verstärkung der Steuerungsgruppe „eHealth.Braunschweig“ im Living Lab Braunschweig mit allen projektbeteiligten Partnern:<ul style="list-style-type: none">- Stadt Braunschweig, Wohnbau, Städtisches Klinikum, Kassenärztliche Vereinigung, Pflege (ambulant, stationär, informell), Rettungsdienst, Peter L. Reichertz Institut für Medizinische Informatik (PLRI), Technische Universität Braunschweig- Brücke zwischen operativen, taktischen und strategischen Aspekten der Partner, ausgerichtet an den Zielen der Initiative▪ Etablierung einer Bewohnergemeinschaft▪ Einbezug des deutschen und nieder-sächsischen Verbandes der Wohnungswirtschaft▪ Zusammenarbeit mit den Akteuren stationärer, ambulanter und klinischer Pflege▪ Bündelung und Integration der Interessen informell Pflegenden (MoCaB Projekt)▪ Teilprojekte „Herz“ und „Psyche“ mit Partnern der stationären und ambulanten medizinischen Versorgung▪ Rahmenprojekte mit dem Rettungsdienst								
	Prinzipien			Prinzipien			Prinzipien		
	Öffentlichkeit	Nachhaltigkeit	Wissenschaft	Öffentlichkeit	Nachhaltigkeit	Wissenschaft	Öffentlichkeit	Nachhaltigkeit	Wissenschaft
	✓ Einbeziehung der Bewohner als „Leistungserbringer“	✓ direkte Umsetzung des ISEK BS 2030 ✓ Städtische Akteure sichern Stetigkeit	✓ Living Lab Braunschweig ✓ Verbindung zu anderen Fachrichtungen	✓ Plattform für personalisierte Pflege nach Bedarf	✓ „kurzer Weg“ von Erkennung des Bedarfs zum Projektumfeld	✓ Anwendung der ISEK Projekt-evaluation zu Genderneutralität und Teilhabe	✓ Einbeziehung von Patientenbedürfnissen und Interessensgruppen	✓ „kurzer Weg“ von Erkennung des Bedarfs zum Projektumfeld ✓ Institutionalisierte Antragsprozesse	✓ Konzepte und Methoden zur Integration in die Regelversorgung
Dienstleistung	<ul style="list-style-type: none">▪ Sozialmanagement<ul style="list-style-type: none">- Integration der Wohnpflegegruppe- Soziales Quartiersmanagement▪ Selbstorganisation der Bewohner▪ Technische Dienstleistungen<ul style="list-style-type: none">- Systemsupport- Aus- und Umrüstung▪ Energie- und Gebäudemanagement▪ Ambulante Pflege mit den digital erhobenen Gesundheitsdaten▪ Pflege- und Haushaltsbetreuung▪ Sozialpädagogische Begleitung▪ Unterstützung für pflegende Angehörige<ul style="list-style-type: none">- Alarm-Systeme zu Vertrauenspersonen- Bereitstellung von Pflegewissen▪ Einbindung der Wohnung als innovativer Gesundheitsstandort<ul style="list-style-type: none">- Szenario Herz-Insuffizienz- Szenario psychische Erkrankung▪ medizin-telemedizinisches Monitoring für medizinische Versorgung sowie Einweisungs- und Entlassmanagement▪ digitale, standardisierte Pflegeüberleitung								
	Prinzipien			Prinzipien			Prinzipien		
	Öffentlichkeit	Nachhaltigkeit	Wissenschaft	Öffentlichkeit	Nachhaltigkeit	Wissenschaft	Öffentlichkeit	Nachhaltigkeit	Wissenschaft
	✓ Einbeziehung der Nachbarn und Bewohner	✓ Dienstleistung im Rahmen der regulären Mietverhältnisse ✓ erhebliches Energiepar-potential	✓ Entwicklung und Innovation des „BASIS“-Systems ✓ Domänenüber-greifende Grund-lagenforschung	✓ Realisierung der Pflege nach Bedarf, nicht nach Mitteln des Bewohners	✓ Attraktivierung des Pflegebe-rufes ✓ Erleichterung der Pflege für Pflegenden und Gepflegten	✓ Evaluation der Pflegeformen ✓ ethisch-soziale Kontrolle und Abwägung	✓ Einfluss auf Ret-tungsdienst Begleitung durch direkte Beteiligung	✓ Nutzung internationaler Standards zur Kommunikation ✓ Einbindung in Aus- und Weiter-bildung	✓ wissenschaftl. Begleitung der Versorgungs-lösungen ✓ ethisch-soziale Kontrolle und Abwägung
Infrastruktur	<ul style="list-style-type: none">▪ Ausrüstung von 120 Wohnungen mit Gebäudeautomatisierung und -steuerung - Neubauten der Nibelungen Wohnbau - „BASIS“-Projekt (Gebäudeautomation)▪ Ausweitung auf andere Wohnbauunter-nehmen, unterstützt von VDW und GDW▪ Wohnpflegegruppe für Ältere - acht Bewohner - getrennte Wohnungen + Gemeinschaftsbereich▪ Technische Assistenzsysteme<ul style="list-style-type: none">- Erkennung von Sturz und Inaktivität- Herdabschaltung, optische Klingel▪ alle Wohnungen barrierearm oder -frei▪ breite Flure, Türen und Fluchtwege nach Niedersächsischer Bauordnung▪ Kommunikation der Wohnungen unter-einander oder mit der Pflegekraft möglich▪ Wohnung kann medizinische Parameter erheben<ul style="list-style-type: none">- Aktivität, Gewicht, Puls, Atemfrequenz, ...▪ ausschließlich lokale Speicherung von Rohdaten▪ mögliche Bildung von Forschungsregistren▪ Möglichkeit der Weitergabe von Befunden								
	Prinzipien			Prinzipien			Prinzipien		
	Öffentlichkeit	Nachhaltigkeit	Wissenschaft	Öffentlichkeit	Nachhaltigkeit	Wissenschaft	Öffentlichkeit	Nachhaltigkeit	Wissenschaft
	✓ regulärer Miet-bestand der Wohnbau-unternehmen	✓ weitere 1200 Wohnungen vorgerüstet ✓ Nachrüstung im Bestand ange-strebt	✓ „BASIS“-System der TU BS ✓ Sensorik und Aktorik nach wissenschaftl. Erfahrungen	✓ keine Stigmatisierung, da Ausstattung nahtlos integriert ✓ System „im Hintergrund“	✓ Baustruktur lässt eine Vielzahl von Pflegeformen zu ✓ Nutzung ohne Assistenz flexibel möglich	✓ Grundlage für innovative Pflegeformen	✓ Adressierung realer Versorgungs-anforderungen	✓ Follow-Up durch technische Infra-struktur möglich	✓ Schaffung einer kontrollierten Forschungs-infrastruktur zur Ermöglichung aussagekräftiger Studien
Wirkungsfelder									

5.2.3. Modellstadtinitiative Braunschweig



Modellstadtinitiative Braunschweig

Vision Wohnen²⁰³¹

Attraktives, modernes Wohnen für Jung und Alt in Gesundheit, Sicherheit und Teilhabe.

Stadt Braunschweig Nibelungen Wohnbau Städtisches Klinikum Braunschweig
 TU Braunschweig Peter L. Reichertz Institut für Medizinische Informatik

Februar 2019



Zusammenfassung

Ziel der Modellstadtinitiative ist es, eine Wohn-, Lebens-, und Forschungsinfrastruktur zur individuellen Sicherung autonomen Wohnens in Würde, Gesundheit, Sicherheit und Teilhabe zu schaffen. Sie fördert gesellschaftlichen Erkenntnisgewinn durch Verstehen, Begleiten und Innovieren.

Partner sind in den Wirkungsfeldern tätige Akteure, wie die Stadt Braunschweig, die Wohnbauunternehmen, das Städtische Klinikum Braunschweig, die Kassenärztliche Vereinigung, Akteure der ambulanten, stationären und informellen Pflege und Pflegedienste, der Rettungsdienst Braunschweig, das Peter L. Reichertz Institut für Medizinische Informatik der TU Braunschweig und der Medizinischen Hochschule Hannover sowie die Technische Universität Braunschweig.

Zielgruppe sind unmittelbar die teilnehmenden Bewohner der technisch ausgestatteten Wohnungen sowie mittelbar alle Bewohner der Stadt Braunschweig oder übertragbarer Kommunen in Niedersachsen.

Maßnahmen der Initiative werden durch die Schaffung von Infrastruktur, Dienstleistungen und Netzwerken ermöglicht. Sie umfassen die Ausrüstung von 120 Wohnungen mit Gebäudeautomatisierung und -steuerung, die Erhebung digitaler Gesundheitsdaten im neuen Gesundheitsstandort Wohnung, die Einbindung der Wohnung in die patientenzentrierten Versorgungsprozesse des Gesundheitswesens, ein digitales Schnittstellenmanagement zwischen Bewohnern, Angehörigen und Leistungserbringern sowie die Sicherstellung quartiersbezogener, sozialpädagogischer Begleitung.

Prinzipien steuern die Projektaktivitäten und bilden den selbstregulatorischen Rahmen für die Projektdurchführung. *Öffentlichkeit* ist die Öffnung der Aktivitäten sowie die Information und Partizipation gegenüber der Zielgruppe. *Nachhaltigkeit* ergibt sich aus den inhärenten Bauzyklen von 30 Jahren, der Übertragbarkeit auf alle Kommunen in Niedersachsen sowie der Institutionalisierung erprobter Versorgungsmodelle. *Wissenschaft* stellt Realisierbarkeit und Nutzen durch fachgerechte Evaluation sicher. Sie ermöglicht die Verstetigung der Forschungsaktivität zur Entwicklung und Erprobung weiterführender Versorgungsmodelle.

*Inhaltsverzeichnis***Inhaltsverzeichnis**

Zusammenfassung	2
Präambel	4
Hintergrund	4
Vision	4
Faktor Braunschweig	5
1 Zielsetzung der Initiative	6
2 Rahmenkonzept	6
3 Wirkungsfelder und Methoden	6
3.1 Komfort & Sicherheit	7
3.1.1 Infrastruktur für Komfort & Sicherheit	7
3.1.2 Dienstleistungen für Komfort & Sicherheit	8
3.1.3 Netzwerk Komfort & Sicherheit	8
3.2 Umfassende Pflege	8
3.2.1 Infrastruktur für Umfassende Pflege	9
3.2.2 Dienstleistungen für Umfassende Pflege	9
3.2.3 Netzwerk Umfassende Pflege	9
3.3 Erweiterte medizinische Versorgung	10
3.3.1 Infrastruktur für Erweiterte medizinische Versorgung	10
3.3.2 Dienstleistungen für Erweiterte medizinische Versorgung	11
3.3.3 Netzwerk Erweiterte medizinische Versorgung	11
4 Prinzipien	11
4.1 Öffentlichkeit	11
4.2 Nachhaltigkeit	12
4.3 Wissenschaft	12
5 Struktur und Management	13
6 Roadmap	13

Präambel

Hintergrund

Das sichere Wohnumfeld ist ein Primärbedürfnis aller Altersgruppen. Es erhält und steigert Selbstbestimmung und Wohlbefinden in physischer, mentaler, emotionaler und sozialer Dimension. Technische Assistenzsysteme können helfen sich verändernde Lebensumstände zu begleiten, gesund zu bleiben, gesund zu werden, sich zu informieren oder in Kontakt zu bleiben.

Technische Assistenzsysteme haben primäre, gesundheitsbezogene Aufgaben, wie das Erkennen von Notsituationen, das Versorgungsmanagement oder das Gesundheitsmonitoring; sie haben sekundäre, begleitende Aufgaben, wie die Sicherung sozialer Teilhabe, Alltagsassistenz oder Schulung und Aufklärung; und sie haben tertiäre, technische Aufgaben, wie das Messen personenbezogener und ambienter Parameter, die Speicherung medizinischer Informationen und die Realisierung von Schnittstellen zur Integration in die digitale Infrastruktur der Gesundheits-, Energie- oder angrenzenden Versorgung. Durch sie kann die Gesundheitsversorgung potentiell umfassender und effektiver gestaltet werden.

Technische Assistenzsysteme sind technisch machbar und breit einsetzbar.

Durch weiterentwickelte Systeme sind vergleichsweise kostengünstige Diagnose- und Therapieverfahren zu erwarten.

Die Informiertheit betrachteter und in Bezug stehender Personen wird steigen.

Das Selbstverständnis und Kommunikationsverhalten gegenüber Pflege, Therapeut und Dienstleister wird sich verändern.

Technische Assistenzsysteme fokussieren ggf. nicht primär medizinische Anwendungen, z.B. aus dem Bereich der Konsumelektronik.

Gewonnene Daten und Informationen technischer Assistenzsysteme sind aber potentiell relevant für weitere Versorgungseinrichtungen.

Die Erhöhung der Lebensqualität durch den Einsatz technischer Assistenzsysteme in der Wohnung ist ein iterativer Kreislauf, von der Verfügbarmachung über die empirische Validierung hin zum nutzbringenden Einsatz. Dieser Forschungskreislauf berührt alle wohnungsnahen Akteure, wie Bewohner, Pflege, Wohnbau, Handwerk und Stadtentwicklung. Er ist nachhaltig nur durch die Etablierung eines Forschungs- und Entwicklungsumfeldes für Lebenswelten (Living Lab) abzubilden.

Vision

Im Braunschweiger Wohnumfeld des Jahres 2031 ist es selbstverständlich, auch mit wachsendem Hilfebedarf in der eigenen Wohnung und in der gewohnten Umgebung zu leben und zu altern. Die technische Infrastruktur für die flexible, bedarfsgerechte Konfiguration entsprechender Assistenzsysteme ist in jeder Wohnung vorhanden. Die entstandene Lebenswelt sichert Lebensqualität, Sicherheit und Wohlbefinden in allen Lebensphasen, unter Erhalt und Verbesserung der Selbstbestimmung und der physischen, mentalen, emotionalen und sozialen Gesundheit der Bewohner. Die Infrastruktur bietet Anknüpfungspunkte für Elemente des eHealth und Telemonitoring. Elektronische Patientenakten angrenzender Versorgungs- und Pflegeeinrichtungen enthalten Informationen aus dem Gesundheitsstandort Wohnung, binden sie in die diagnostischen und therapeutischen Prozesse ein und geben relevante Informationen hierhin zurück. Übergeordnete Bestrebungen der Region oder des Landes zur Vernetzung der Gesundheitsstandorte und damit auch die Einbindung der Wohnung sind aufgenommen und aktiv unterstützt. Die grundlegende Verfügbarkeit der technischen Infrastruktur ermöglicht die Durchführung wissenschaftlicher Studien mit flexiblen Ein-

schlusskriterien. Bewohner haben die Möglichkeit, ihre wohnungsbezogenen Daten anonymisiert zu Forschungszwecken in einem vernetzten Register zur Verfügung zu stellen, um fundierte empirische Forschung voran zu bringen. Es werden Fragen der Machbarkeit, Wirksamkeit und des Nutzens verbesserter Methoden in der Diagnostik ("Informatikdiagnostika") und Therapie ("Informatiktherapeutika") beantwortet.

Flexibel einsetzbare Dienstleistungsangebote schaffen individualisierte Lebensinfrastrukturen und stärken die Wohnungs-, Nachbarschafts- und Quartiersbindung. Neue, individuellere Formen der Pflege entstehen durch das Zusammenwirken von Dienstleistern und Bewohnerbeiträgen. Das Entstehen und Halten von Nachbarschaftsbeziehungen wird gesellschaftlich und technisch unterstützt. Umfassendes Sozialmanagement verbindet das Quartier. Innovative Wohnformen beleben die Stadtteilentwicklung und treffen die Lebenswirklichkeit der Bewohner. Methoden und Umsetzungserfahrungen im Rahmen der Infrastruktur-, Dienstleistungs- und Netzwerkbildung sind in die Aus-, Fort- und Weiterbildung sowie Beratungsangebote der Ärzte, Pflegekräfte und technischen/handwerklichen Berufsgruppen integriert. Dadurch ist die Reproduzierbarkeit und Nachhaltigkeit der geschaffenen Lebensinfrastruktur sichergestellt.

Hieraus ergibt sich eine einzigartige Kombination aus Umfang, Zielrichtung und Expertise, welche die Modellstadtinitiative zum Beispiel internationalen Niveaus werden lässt. Ein wissenschaftlich begleiteter Innovationszyklus bringt übertragbare Erkenntnisse für die medizinische Versorgung, Pflege und gesellschaftliche Entwicklung.

Faktor Braunschweig

Die Stadt Braunschweig ist mit etwa 250.000 Einwohnern die zweitgrößte Stadt Niedersachsens und Oberzentrum für eine Million Menschen der Region. Die Stadt Braunschweig besteht aus mehreren Stadtteilen, die sich um die Innenstadt gruppieren. Der Anteil der Braunschweiger, die 65 Jahre oder älter sind, beträgt bereits heute 20,9%.

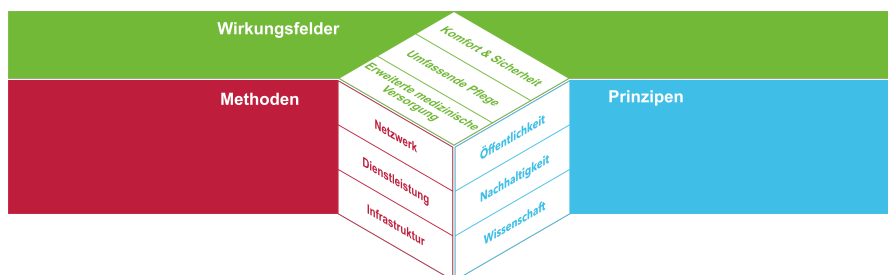
Die Voraussetzungen zur Etablierung der Modellstadtinitiative in Braunschweig sind ideal.

Das integrierte Stadtentwicklungskonzept Braunschweig 2030 (ISEK 2030) hat den Handlungsbedarf im Bereich "gesundes Wohnen" und "digitale Vernetzung" der Gesundheitsversorgung identifiziert. Die Stadt hat ein aktives Interesse an der nachhaltigen Umsetzung der Handlungsempfehlungen. Unter Steuerung des Gesundheitsamtes ist die Modellstadtinitiative: Vision Wohnen 2031 in der Lage die Handlungsfelder mit entsprechenden Maßnahmen auszufüllen.

Regionale Wohnbauunternehmen – wie die Nibelungen-Wohnbau-GmbH Braunschweig – haben die Potentiale innovativer Wohnformen erkannt und setzen erste Ansätze bereits um. Durch eine große Zahl neu entstehender Wohnungen sind die technischen Voraussetzungen gegeben, entsprechende Assistenzsysteme aufzunehmen.

Mit dem Peter L. Reichertz Institut für Medizinische Informatik und dem Institut für Datentechnik und Kommunikationsnetze bietet die Technische Universität Braunschweig mit Verbindungen zur Medizinischen Hochschule Hannover langjährige medizinische, informations- und elektrotechnische Expertise bei Ausstattung, Betrieb und Erforschung automatisierter Wohnungen.

Die weiteren starken, kooperationsbereiten Partner, wie das Städtische Klinikum Braunschweig, der Betreuungsverein ambet e.V., die Wohnbaugesellschaften oder der städtische Rettungsdienst haben in der Vergangenheit eine Vielzahl erfolgreicher Projekte, wie die Forschungswohnungen, BASIS, AGT Reha, QuAALi, HExAAL, GAL-NATARS, PsyAGT oder BedExit ermöglicht. Netzwerke, wie eHealth.Braunschweig oder eHealth.Niedersachsen zeigen nach wie vor kooperative Effekte.

Abbildung 2.1: Modellstadtinitiative: Vision Wohnen²⁰³¹

1 Zielsetzung der Initiative

Die Modellstadtinitiative soll eine Forschungs-, Wohn- und Lebensinfrastruktur, bestehend aus den Kernkomponenten Infrastruktur, Dienstleistungen und Netzwerk schaffen. Ihr Beitrag ist die individuelle Sicherung von Wohnen in Würde, Gesundheit, Sicherheit und Teilhabe sowie die Förderung gesellschaftlichen Erkenntnisgewinns durch Verstehen, Begleiten und Innovieren.

2 Rahmenkonzept

Die Umsetzung der gesetzten Ziele folgt einem Rahmenkonzept, welches die Aktivitäten in den Teilprojekten und zugehörigen Arbeitspaketen strukturiert. Entlang der primären, identifizierten Wirkungsfelder werden die Akteure mit den dargestellten Methoden tätig. Hinzu kommt ein Prinzipienmantel, der die Projektaktivitäten umhüllt und als Qualitätscheck dient.

Die **Wirkungsfelder** zeigen, wo die Modellstadtinitiative aktiv werden soll. Das bildet sich in den primär beteiligten Partnern ab. Komfort & Sicherheit beschreibt das Wohnen mit Assistenzsystemen und die Entwicklung neuer Wohnformen. Umfassende Pflege beinhaltet die Weiterentwicklung und Unterstützung aktueller und innovativer Pflegeformen. Erweiterte medizinische Versorgung etabliert die Wohnung als Gesundheitsstandort und definiert neue Versorgungsleistungen in Anknüpfung an konventionelle Versorgungsprozesse des Gesundheitswesens.

Die **Methoden** geben an, wie die Ziele der Wirkungsfelder bearbeitet werden. Infrastruktur bildet die Grundlage zur Erbringung von Dienstleistungen in den Wirkungsfeldern, begleitet durch ein Netzwerk aus allen leistungserbringenden und empfangenden Partnern.

Die **Prinzipien** sind eine Checkliste für alle Projektaktivitäten. Öffentlichkeit beschreibt die Bekanntmachung und Öffnung der Aktivitäten sowie die Beachtung und Einbeziehung der Öffentlichkeit. Nachhaltigkeit muss avisierte Eigenschaft aller Entwicklungen sein. Wissenschaft bezieht sich auf das Treiben der Innovation sowie auf die fachgerechte Evaluation zur Sicherstellung von Realisierbarkeit und Nutzen.

3 Wirkungsfelder und Methoden

Die Etablierung innovativer Infrastruktur zur Ermöglichung neuer und angepasster Dienstleistungen erfolgt in allen Wirkungsfeldern spezifisch. Auf Ebene des Netzwerkes beteiligter Akteure gibt

es hier neben den wirkungsfeldspezifischen Anforderungen auch einen übergreifenden Netzwerk-Aspekt, dem mit der Verstetigung der Lenkungsgruppe "eHealth.Braunschweig" unter Steuerung des Gesundheitsamtes Rechnung getragen wird. Teil der Gruppe sind

- die Stadt Braunschweig, insbesondere das Gesundheitsamt als steuernder Akteur,
- kommunale Wohnbauunternehmen, wie die Nibelungen Wohnbau GmbH,
- das städtische Klinikum Braunschweig,
- die Kassenärztliche Vereinigung,
- Akteure der Pflegewirtschaft (ambulant, stationär, informell),
- der städtische Rettungsdienst,
- das Peter L. Reichertz Institut für Medizinische Informatik (PLRI) der Technischen Universität Braunschweig und der Medizinischen Hochschule Hannover sowie
- die Technische Universität Braunschweig.

Gemeinsam bildet die Lenkungsgruppe eine Brücke zwischen operativen, taktischen und strategischen Aspekten der Partner, ausgerichtet an den Zielen der Initiative und konstituiert den vernetzten Rahmen des Living Lab Braunschweig.

3.1 Komfort & Sicherheit

Während den quantitativen Anforderungen des Wohnens in Braunschweig und in Niedersachsen durch umfassende Baumaßnahmen Rechnung getragen wird, adressiert das Wirkungsfeld "Komfort & Sicherheit" die qualitative Entwicklung. Den Überlegungen des SmartHome längst entwachsen, zielt das Wohnen der Zukunft auf die Integration gewerkeübergreifender Funktionen in die technische Infrastruktur der Wohnung. Auf der technischen Plattform Wohnung können eine Vielzahl von Anwendungen parallel und sicher betrieben werden. Hierzu gehören beispielsweise Anwendungssysteme zur Energieoptimierung, Einbruchs- und Feuersicherung, Heizungssteuerung oder zur medizinisch-pflegerischen Unterstützung und Telemedizin. Mit über 18 identifizierten Gewerken mit wiederum mehreren Teilanwendungen stellt sich der Wohnbau der Verantwortung als Entwickler und Betreiber der technischen Plattform Wohnung.

3.1.1 Infrastruktur für Komfort & Sicherheit

Kern der infrastrukturellen Maßnahmen zur Schaffung eines technisch unterstützten, sicheren Wohnumfeldes ist die Ausrüstung von Neu- und Bestandsbauten mit einem erprobten, gewerkeübergreifenden System zur Gebäudesteuerung. Zum Einsatz kommt das, von der Technischen Universität Braunschweig nach offenen, wissenschaftlichen Prinzipien entwickelte Gebäudeautomatisierungssystem "BASIS". Ausgerichtet auf Haltbarkeit, Energieeffizienz und Offenheit, kann hiermit die flexible Installation technischer Assistenzsysteme erfolgen. Die Vorrüstung der Wohnungen mit der nötigen Niederspannungsversorgung, Busverkabelung und Schalterdosentiefe erfolgt in allen Neubauten beteiligter Wohnbauunternehmen. Konkret hat die Braunschweiger Nibelungen Wohnbau GmbH bereits mit der Ausstattung von 120 Wohnungen begonnen. Im Baugebiet am Alsterplatz in der Braunschweiger Weststadt entsteht zudem eine weiterführend ausgestattete Wohn-Pflegegemeinschaft für acht Bewohner, mit getrennten Wohnungen, welche durch einen Gemeinschaftsbereich verbunden sind. Neben den Gewerken Energie, Heizung und Wohnbau profitieren vor allem Anwendungen aus dem Kontext Gesundheit und Pflege von der Infrastruktur.

3.1.2 Dienstleistungen für Komfort & Sicherheit

Basierend auf der technischen Plattform Wohnen, als infrastrukturelle Grundlage, lassen sich für das Wirkungsfeld Komfort & Sicherheit eine Reihe von Dienstleistungen definieren und anbieten. So betreiben die Wohnbauunternehmen ein umfassendes Sozialmanagement, zur quartiersbezogenen und -übergreifenden Begleitung der Bewohner. Hierzu gehört die Organisation nachbarschaftlicher Belange ebenso, wie die Integration von Betreuungs- und Unterstützungsangeboten, z.B. für die am Alsterplatz geschaffene Wohn-Pflegegemeinschaft. Ferner werden städtische Maßnahmen der sozialpädagogischen Begleitung mit Stadtteilbezug integriert. Insgesamt entsteht ein personell abgesichertes, soziales Quartiersmanagement. In Unterstützung der Selbstorganisation der Bewohner werden eine Reihe von Wohnungen einem Bewohnerverein zur Verfügung gestellt. Zusammen mit einer Gemeinschaftswohnung für geteilte Aktivitäten ergibt sich eine weitere Dimension sozialer Einbindung durch wohnungsnahe Dienstleistungen.

Neben den sozialen Aspekten, spielen auch Hintergrunddienstleistungen zur Energieoptimierung oder dem Gebäudemanagement eine Rolle. Durch die sensorischen Möglichkeiten der technischen Infrastruktur werden Einsparpotentiale im Bereich Heizung, Strom und Klima spezifisch adressiert. Entsprechende Optimierungsanwendungen sind Teil der Gesamtplattform, können aber gleichzeitig flexibel angepasst und ausgetauscht werden. Somit kann beispielsweise die Stromverbrauchsoptimierung als, durch eine Softwarekomponente realisierte Dienstleistung angeboten werden. Die Sicherstellung technischer Dienstleistungen – beispielsweise des Gebäudemanagements – erfolgt im Rahmen der Verwaltungs- und Betreiberaufgaben der Plattform der Wohnbauunternehmen. In Zusammenarbeit mit der BASIS Gruppe werden Ausrüstungs-, Umrüstungs- und Schulungskonzepte entwickelt und mit den beteiligten Gewerken umgesetzt, sodass auch im handwerklichen Bereich ein entsprechender Kompetenzcluster entsteht.

3.1.3 Netzwerk Komfort & Sicherheit

Zusätzlich zu den übergeordneten Netzwerkaspekten, welche durch die Verstetigung der Lenkungsgruppe "eHealth.Braunschweig" abgedeckt werden, bildet die Wohnergemeinschaft mit den o.g. Dienstleistern ein Netzwerk für die Belange des komfortablen und sicheren Wohnens. Sie spielen insbesondere in der Erfüllung des Prinzips Öffentlichkeit eine maßgebliche Rolle.

Als Vertreter der Wohnungswirtschaft begleiten jeweils der Landes- und Bundesverband der Wohnungs- und Immobilienunternehmen das Vorhaben. Als primärer Multiplikator der technischen Plattform Wohnen sind sie inhaltlich, strukturell und politisch für die Initiative aktiv.

3.2 Umfassende Pflege

Die bedarfsgerechte Sicherung von Lebensqualität in der stationären, ambulanten oder informellen Pflege ist bei steigendem Hilfebedarf nur durch personelle und technische Unterstützung leistbar. Auf der infrastrukturellen Grundlage, wie sie im Rahmen der Initiative geschaffen wird, lassen sich hierfür technische Assistenzsysteme realisieren. Sie können den Alltag von Pflegepersonen – seien es professionelle Pflegekräfte oder informell pflegende Angehörige – durch die Bereitstellung von Informationen erleichtern. Auf dieser Grundlage sind Kurz- und Übergangspflege zur Entlastung stationärer Einrichtungen und dem Erhalt nachbarschaftlicher Einbindung ebenso möglich, wie neue, flexible und bedarfsgerechtere Pflegeformen. Auch psychiatrische Pflege kann unterstützt und die Notwendigkeit für einen stationären Aufenthalt reduziert werden. Gesteuerte Zugriffe auf die stationäre und häusliche elektronische Patientenakte sind machbar. Ein Nebeneffekt ist die Steigerung

der Attraktivität des Pflegeberufes, da persönlicher, bedarfsorientierter und technisch unterstützt gepflegt werden kann.

3.2.1 Infrastruktur für Umfassende Pflege

Zur Pflegeunterstützung notwendige technische Assistenzsysteme basieren auf dem Gebäudeautomatisierungssystem BASIS, der grundlegenden technischen Plattform. Hierdurch können benötigte Funktionalitäten flexibel realisiert werden. Die Erkennung von Inaktivität - beispielsweise nach Stürzen - ist ebenso realisiert, wie die Abschaltung des Herdes bei Abwesenheit oder die optische Darstellung der Wohnungsklingel durch die Deckenbeleuchtung in den Räumen, in der sich eine Person aufhält. Die Verarbeitung weiterer Sensordaten ermöglicht es, abgeleitete Informationen, wie Tagesstruktur, Aktivität oder Hygieneverhalten zur Verfügung zu stellen und hieraus auch automatisiert bedarfsbezogen einsetzbare Alarmer zu generieren.

Neben den technischen Ausrüstungen weisen die Neubauten auch eine bauliche Flexibilität auf. Alle Wohnungen sind barrierearm oder barrierefrei. Durch breite Flure und Türen sowie die Erfüllung erhöhter Fluchtweg Anforderungen, ist auch die Nutzung im Vollzeitpflegekontext möglich.

Hinzu kommt die mögliche, kontrollierte Vernetzung der Wohnungen untereinander, sodass die Übernahme von Monitoring- und Pflegetätigkeiten durch die Bewohnergemeinschaft oder Nachbarschaft realisiert werden kann.

3.2.2 Dienstleistungen für Umfassende Pflege

Primäre Dienstleistung dieses Wirkungsfeldes ist die Pflege, die sich je nach Anforderung und Situation verschieden ausgestaltet. Unterstützt werden damit zum einen ambulante Pflegedienste für ältere Bewohner, Bewohner mit körperlichen Einschränkungen oder die psychiatrische Pflege. Ambient erhobene Gesundheitsdaten fließen als Informations- und Entscheidungsgrundlage in den Pflegeprozess ein. Hinzu kommen angeschlossene Dienstleistungen zur Haushaltsbetreuung oder sozialpädagogischen Begleitung. Für Pflegenden Angehörige oder allgemein informelle Pflegekräfte können Monitoring- und Alarmsysteme sowie die proaktive Bereitstellung von Pflegewissen als Dienstleistung verfügbar gemacht werden.

In der Schnittstelle zur stationären medizinischen Versorgung bilden einige technisch ausgerüstete Wohnungen zur Übergangspflege einen Anknüpfungspunkt für die Arbeit ambulanter Pflege nach Entlassung aus dem Klinikum, ohne die Kapazitäten stationärer Pflegeeinrichtungen zu strapazieren.

3.2.3 Netzwerk Umfassende Pflege

Neben den Vertretungen im übergeordneten Steuerungskreis der Initiative bildet sich das Netzwerk für Umfassende Pflege vor allem aus lokalen und regionalen Akteuren. Dies sind einerseits Pflegedienstleister, wie ambet e.V., der AWO Bezirksverband Braunschweig, das Deutsche Rote Kreuz oder die evangelische Stiftung Neuerkerode aber auch Vertreter klinischer Pflege. Ebenso zu bündeln und zu integrieren sind die Interessen informell Pflegenden.

3.3 Erweiterte medizinische Versorgung

Mit der Erbringung von Gesundheitsdienstleistungen im häuslichen Umfeld wird die Wohnung inhärent zum Gesundheitsstandort. Deutlicher und wichtiger wird diese Rolle noch, wenn die Wohnung durch eigene technische Möglichkeiten autonom oder unterstützend medizinisch tätig wird. Aktivitäten, wie das Monitoring von Gesundheitsparametern, die Speicherung und Aufbereitung medizinischer Daten oder kontrollierte Weitergabe von Informationen für den Behandlungskontext ermöglichen eine Integration des Gesundheitsstandortes Wohnung in patientenzentrierte Versorgungsprozesse des Gesundheitswesens. Beginnend beim Notfalleinsatz des Rettungsdienstes wird die medizinische Versorgung im ambulanten, stationären oder Rehabilitations-Sektor um die Fähigkeiten der Wohnung erweitert.

3.3.1 Infrastruktur für Erweiterte medizinische Versorgung

Grundlage für die erweiterte medizinische Versorgung sind technische Assistenzsysteme zur Erhebung, Speicherung und Bereitstellung von Gesundheitsparametern. Durch den Einsatz des BASIS-Systems kann die Wohnung eine Reihe von Parametern direkt messen:

1. Mobilitätsparameter
 - Präsenz in Räumen (Zeitpunkt, Dauer, Häufigkeit, etc.)
 - Bewegungen zwischen Räumen
 - Geschwindigkeit auf nicht standardisierten Gangstrecken (zum intrapersonellen Vergleich im zeitlichen Verlauf)
 - Geschwindigkeit auf festen Gangstrecken (zum interpersonellen Vergleich)
2. Raumbezogene Größen (Ambiente Parameter)
 - Temperatur
 - Helligkeit
 - Tür-/Fensterstatus (offen/gekippt/geschlossen)
 - Luftfeuchtigkeit/Taupunkt/Luftqualität
 - Warm-/Kaltwasserverbrauch
3. Gerätestatus
 - eingeschaltete Steckdosen mit angeschlossenem Gerät
 - eingeschaltetes Licht
 - Rollo-Position
4. Körperbezogene Parameter
 - Ruhepuls
 - Atemfrequenz in Ruhe
 - Gewicht
 - Schlafzeiten

Aus diesen lokal erhobenen Rohdaten lassen sich wiederum medizinische Konzepte ableiten und Aussagen treffen. So führen die Mobilitätsparameter zu Aktivitätsniveaus und Aussagen zu Mobilitätseinschränkungen. Es lässt sich ein Tages- und Nacht-Rhythmus ableiten und auf Veränderungen hin beobachten. Durch maschinelle Lernverfahren kann die Wohnung das Normalverhalten des Bewohners erlernen und Veränderungen aufzeigen.

4 Prinzipien

Durch standardisierte Schnittstellen ist die Integration generierter Befunddaten in den Versorgungsprozess ebenso möglich, wie die Bildung von Forschungsregistern zur Ableitung weiterführender Hypothesen und bewohnerübergreifenden Fragestellungen.

3.3.2 Dienstleistungen für Erweiterte medizinische Versorgung

Die Einbindung der Wohnung als innovativer Gesundheitsstandort erfolgt im Rahmen von den zwei Schwerpunktprojekten Herz-Insuffizienz-Monitoring und psychiatrisches Monitoring. Ersteres fokussiert die Herzinsuffizienz (Chronic Heart Failure, CHF), die mit ca. 7.500 Patienten in der Stadt zu den relevantesten Erkrankungen des Alters gehört. Durch Monitoring determinierender Parameter (Ruhepuls, Atemfrequenz, Gewicht, etc.) soll eine frühzeitige Behandlungsintervention ermöglicht und die Rehospitalisierung reduziert werden. Im Bereich des psychiatrischen Monitorings sollen Verhaltensparameter (Tag-/Nacht-Rhythmus, Aktivität, Hygiene, Schlaf, etc.) zur Einschätzung der Krankheitsprogression und entsprechenden Steuerung nötiger ärztlicher oder pflegerischer Interventionen herangezogen werden.

Aufbauend auf den technischen Möglichkeiten ist ein medizin-telematisches Monitoring auch für andere Krankheitsbilder und in Anbindung an andere Akteure auf Dienstleistungsebene möglich. So ist eine digitale, standardisierte Pflegeüberleitung ebenso realisierbar, wie ein digitales Verfügungsmanagement zur sicheren, standardisierten Verwahrung von Patientenverfügungen.

3.3.3 Netzwerk Erweiterte medizinische Versorgung

Im Rahmen der Teilprojekte sind die relevanten Akteure der stationären und ambulanten medizinischen Versorgung in Projektgruppen organisiert. Die Anknüpfungspunkte an die ambulante, stationäre und psychiatrische Pflege erfolgt ebenfalls projektbezogen sowie im Rahmen der übergeordneten Lenkungsgruppe. Hier erfolgt auch die Einbindung von angrenzenden Akteuren der Versorgungskette, wie dem Rettungsdienst.

4 Prinzipien

Maßgebliche Indikatoren für den Erfolg der Initiative sind die Gestaltung und Anwendung der Methoden in den Wirkungsfeldern. Alle zugehörigen Aktivitäten werden durch drei zentrale Prinzipien geleitet, die im Folgenden dargestellt und auf die Wirkungsfelder bezogen werden.

4.1 Öffentlichkeit

Das Prinzip Öffentlichkeit beinhaltet zwei Perspektiven, welche beide gleichsam auf die Gestaltung der Arbeit einwirken. Es beschreibt einerseits die Einbeziehung der Öffentlichkeit sowie ihrer Anforderungen und Bedarfe. Andererseits ist hiermit die Öffnung der Aktivitäten und Ergebnisse an die Öffentlichkeit gemeint.

In Bezug auf *Komfort & Sicherheit* bildet sich die Öffentlichkeit primär aus den Bewohnern der beteiligten Wohnbauunternehmen. Da die Infrastruktur im regulären Mietbestand realisiert wird, erfolgt eine direkte Einbindung der Mieter. Erzielte Ergebnisse, in Form von nutzbarer Infrastruktur, sind für die Mieter direkt zugänglich. Für die avisierten Dienstleistungen werden die Bewohner und ihre Nachbarschaft direkt miteinbezogen. Sie profitieren unmittelbar von der Stärkung des Quartiers. Als Leistungserbringer sind die Mieter damit als Teil des Netzwerkes zu betrachten.

Für die *Umfassende Pflege* beschreibt Öffentlichkeit auf Ebene der Infrastruktur vor allem die Abwesenheit von Stigmatisierung. Technische Komponenten müssen in das Wohnumfeld eingebettet sein und die Arbeit des Systems soll im Hintergrund erfolgen. Ein Rückschluss auf stigmatisierende Hilfebedarfe aus dem Wohnumfeld muss vermieden werden. Notwendige Dienstleistungen sind nach Bedarf, nicht nach finanziellen Mitteln der Bewohner zu realisieren. Durch die eingebundenen Netzwerkpartner soll eine sichtbare Plattform für personalisierte Pflege nach Bedarf entstehen.

Auf Ebene der technischen Infrastruktur für *Erweiterte medizinische Versorgung* muss Offenheit für neue Sensorik und Aktorik realisiert sein, um reale Versorgungsanforderungen adressieren zu können. Die Dienstleistungen sind unter Einbezug angrenzender Akteure der Versorgungskette, wie dem Rettungsdienst auszugestalten. Relevante Akteure müssen Teil der übergeordneten Netzwerkbestrebungen sein.

4.2 Nachhaltigkeit

Die Charakteristik nachhaltig gestalteter Projektaktivitäten ist geprägt durch den Fortbestand der Ergebnisse über die Einzelprojektlaufzeit hinaus. Entsprechende Kriterien und Anforderungen werden also an alle Methoden in allen Wirkungsfeldern gestellt.

Für das Wirkungsfeld *Komfort & Sicherheit* ist die Nachhaltigkeit der Infrastruktur direkt Teil der Projektplanungen. So sind bereits 1200 Wohnungen technisch vorgerüstet und die Nachrüstung von Bestandsbauten konkret angestrebt. Dienstleistungen werden im Rahmen der regulären Mietverhältnisse erbracht und ermöglichen erhebliche ökologische Einsparpotentiale, beispielsweise in den Bereichen Energie und Heizung. Auf Netzwerkebene knüpft die Initiative direkt an das beschlossene Stadtentwicklungskonzept ISEK 2030 an. Städtische Akteure sichern die Stetigkeit der Projektbestrebungen.

Die flexible Nutzung der Infrastruktur auch ohne Assistenzsysteme stellt die Nachhaltigkeit im Wirkungsfeld *Umfassende Pflege* sicher. Die Baustruktur lässt ferner eine Vielzahl von Pflegeformen zu, was eine sichere Weiter- oder Nachnutzung ermöglicht. Durch die Steigerung der Attraktivität des Pflegeberufes und der Erleichterung für Pflegende und Gepflegte kann eine wechselseitige Nachfrage generiert werden. Die Einbindung der Pflegeakteure auf Netzwerkebene sichert "kurze Wege" von der Erkennung spezifischer Bedarfe über das Projektumfeld in den nutzbringenden Einsatz.

Von diesen "kurzen Wegen" profitiert ebenso das Wirkungsfeld *Erweiterte medizinische Versorgung*. Auf Ebene der Infrastruktur werden hier ebenso die Voraussetzungen zur Umsetzung des bereits beschlossenen ISEK geschaffen. Durch Nutzung von international gültigen Standards, beispielsweise in der Befundkommunikation ist die Nachhaltigkeit auf Dienstleistungsebene ebenso sichergestellt, wie durch die Einbindung in die Aus- und Weiterbildung.

4.3 Wissenschaft

Zur Sicherstellung von Realisierbarkeit und Nutzen dient die vorhergehende Überprüfung auf technische und organisatorische Machbarkeit, die wissenschaftliche Begleitung und abschließende Evaluation. Die Einhaltung der Prinzipien guter wissenschaftlicher Praxis hat dabei ebenso positiven Einfluss auf die Kernprinzipien der Initiative.

Über alle Wirkungsfelder hinweg bietet das Gebäudeautomatisierungssystem BASIS die Grundlage für eine kontrollierte Innovations- und Forschungsinfrastruktur. Entsprechend aufgesetzte Dienstleistungen werden nach ethischen und sozialen Aspekten kontrolliert und abgewogen. Hier wird

ebenso an die Festschreibungen des ISEK angeknüpft, indem die Projektevaluationsmethodik zur Genderneutralität und Teilhabe Anwendung findet. Auf Netzwerkebene bildet die wissenschaftliche Begleitung die Verbindung zu anderen Fachrichtungen und etabliert das Living Lab Braunschweig, das in den Wirkungsfeldern wiederum neue Konzepte und Methoden zur Integration in Regelbetrieb und -versorgung hervorbringen soll.

5 Struktur und Management

Die vielschichtigen Aktivitäten der Modellstadtinitiative bedürfen einer übergeordneten Managementstruktur zur Sicherstellung der strategischen Kohärenz. In Anbindung an die bereits bestehende Arbeitsgruppe Gesundheit des ISEK BS 2030 bildet der erweiterte Rahmen aller Projekt- und Netzwerkpartner (vgl. Abs. 3) die projektübergreifende *Lenkungsgruppe: Vision Wohnen*²⁰³¹ der Modellstadtinitiative. In mindestens jährlichen Treffen werden der Fortschritt der Teilprojekte, die Initiierung neuer Projekte sowie die Einbindung der Modellstadtinitiative in die übergeordnete Netzwerke miteinander koordiniert. Die Steuerung der Projekte innerhalb der Modellstadtinitiative erfolgt durch projektbezogene *Steuerungsgruppen* mit wiederum teilprojektbezogenen *Arbeitsgruppen*.

6 Roadmap

Die Vorhaben der Modellstadtinitiative werden in einzelnen Projekten realisiert, die durch Ausrichtung, Ziel oder Methode den Kontext der Initiative berühren. Die Grundlage bilden erfolgreich abgeschlossene Projekte der Partner sowie der Modellstadtinitiative selbst. Durch die Nachhaltigkeit der Methoden wirken auch Aktivitäten nach Ende der Projekte nach und bilden somit die angestrebte Forschungs-, Wohn- und Lebensinfrastruktur. Eine umfängliche, jedoch nicht abschließende Roadmap geplanter Projekte zeigt Abb. 6.1.

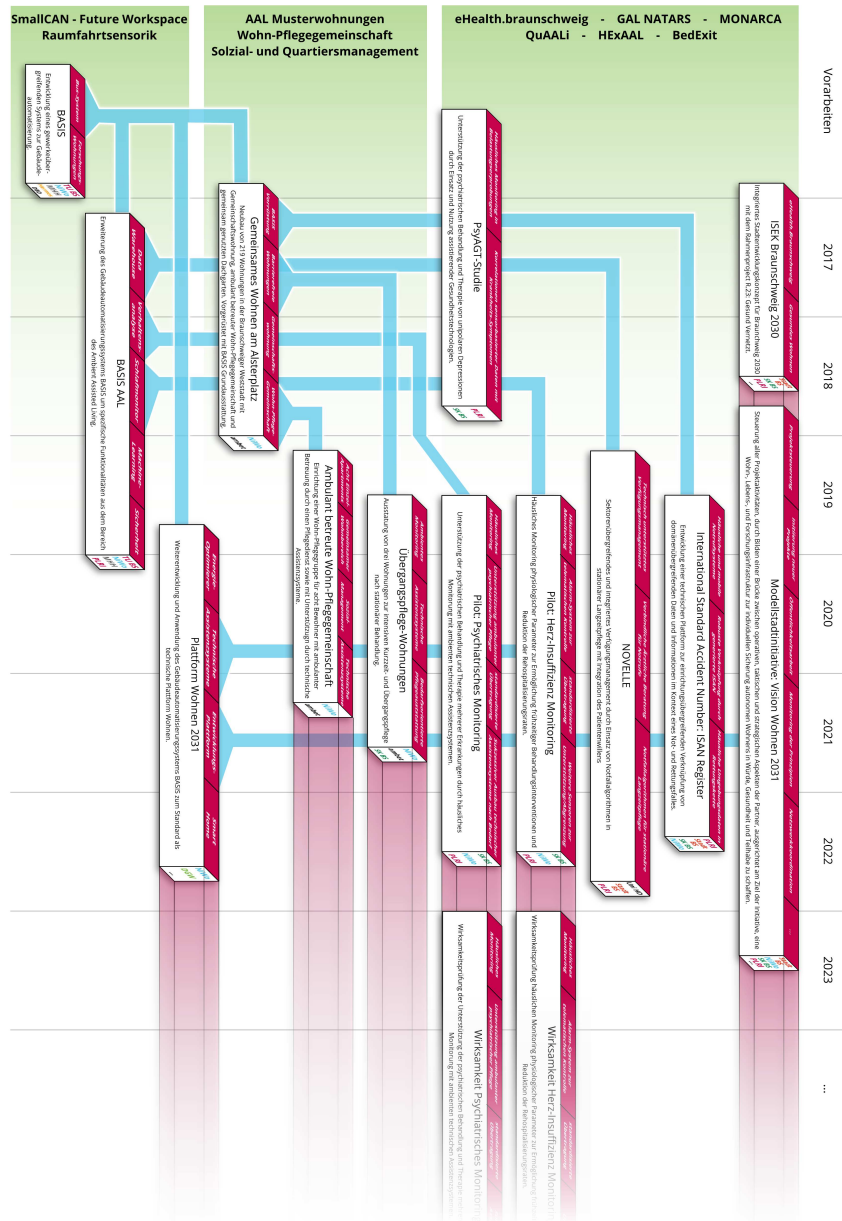


Abbildung 6.1: Übersicht der Projektaktivitäten der Modelldisruptive Vision Wohnen²⁰³¹


6 Diskussion

Die Ergebnisse der Arbeit werden im Folgenden in Bezug auf die gesetzten Ziele, den wissenschaftlichen Beitrag, die ethischen, rechtlichen und sozialen Implikationen sowie Limitierungen im Bearbeitungsverlauf betrachtet. Da die Methodik der Rollenanalyse bereits einzelne rollenbezogene Diskussionsabschnitte enthielt, finden sich diese Inhalte hier nicht oder nur in Auszügen erneut.

6.1. Zielerreichung

Ziel der Dissertation war es, einen konzeptuellen Rahmen zur Einbindung der Wohnung in medizinische Versorgungsprozesse zu geben. Hierbei sollte ihre Funktion als neuartiger Gesundheitsstandort eine besondere Rolle spielen. Diesem trägt insbesondere die entwickelte *Vision Wohnen* im Rahmen der, sich in der Umsetzung befindenden, Modellstadtinitiative Rechnung. Sie zeigt die Wohnung als jenen diagnostischen und therapeutischen Raum, der sich durch Übernahme der Rollen ergibt. Über den konzeptionellen Rahmen hinaus konnten bereits Integrationsschritte in den Realisierungsprojekten implementiert werden.

Das Erreichen des Ziels drückt sich auch in den bearbeiteten Teilzielen und den hierzu definierten Aufgaben aus. Einen Überblick über den Gesamtbearbeitungsprozess der Dissertation gibt Abb. 6.1 (siehe nachfolgende Ausklappseite). So wurden aus der Prozessanalyse (Teilziel 1) grundlegende Rollen identifiziert und systematisiert. Eine Untersuchung der Rollen und Realisierungsprojekte ergab Anforderungen und entsprechende Lösungsstrategien (Teilziel 2). Alle Bearbeitungsschritte formten einen Projektrahmen, dessen Realisierung das exemplarische Integrationsszenario zur Einbindung der Wohnung (Teilziel 3) enthält.

Die Ergebnisse der Bearbeitungsschritte eins bis drei flossen in den Projektrahmen ein. Die grundlegende Systematisierung der identifizierten Rollen (

6.1.1. Teilziel 1: Analyse

Kern dieses Teilziels war die Analyse der potentiellen Rollen der Wohnung in medizinischen Versorgungsprozessen. Diese sollten aus Versorgungsmodellen herausgearbeitet und ihre Anforderungen an die Wohnung identifiziert werden.

Die insgesamt sechs untersuchten Modelle spannen einen Raum von technologiespezifisch zu gesundheitssystembezogen, von patientenzentriert zu gesundheitsökonomisch und von statisch zu prozessorientiert auf. Durch die Breite konnten insgesamt elf maßgebliche Rollen identifiziert und auf Anforderungen hin untersucht werden. In einer ersten Systematisierung sind die später als konstruierend erachteten Aspekte des Gesamtrahmens bereits definiert, sodass die 38 explizit definierten zusammen mit den implizit ableitbaren Anforderungen einen ersten Anhaltspunkt für die Dimensionen des Integrationskonzeptes geben konnten. Hier zeigte sich bereits in Ansätzen die Dreiteilung in basale Rollen (später Infrastruktur), mehrwertgenerierende Rollen (später Dienstleistung) und übergeordnet-verknüpfende Rollen (später Netzwerk) sowie die inhaltliche Ausrichtung auf fünf patientenzentrierte Funktionen des Wohnung als Gesundheitsstandort (später Wirkungsfelder).


6.1.2. Teilziel 2: Lösungsstrategien

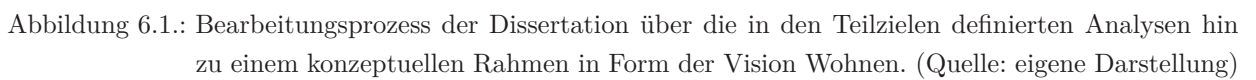
Als Instrument für die Bearbeitung des Teilziels 2 diente die Rollenanalyse in Verbindung mit den Realisierungsprojekten. In insgesamt 31 Aspekten konnten die rollenspezifischen Anforderungen aufgegriffen und Methoden zur Erfüllung aufgezeigt sowie teilweise evaluiert werden. Das Spektrum der bearbeiteten Teilaspekte deckt hier wiederum die Dimension des Konzeptrahmens ab und erfüllt damit sowohl wohnungsbezogene, als auch versorgungsprozessintegrierende Anforderungen.

Die Evaluation ausgewählter Methoden ist im Rahmen der Realisierungsprojekte erfolgt, wenngleich der Grad an Evidenz noch im Bereich technisch-organisatorischer Machbarkeit als Wirksamkeit und Nutzen liegt. Die Realisierbarkeit entsprechender Evaluationsmaßnahmen ist jedoch einer der maßgeblichen Gründe für das Integrationskonzeptes und damit deren Notwendigkeit auch explizit formuliert.

6.1.3. Teilziel 3: Exemplarische Einbindung

Die exemplarische Einbindung folgt den Erkenntnissen aus den vorhergehenden Bearbeitungsschritten und definiert einen methodischen Rahmen für die Realisierung verschiedener Rollen der Wohnung. Im Sinne der Gesamtzieldefinition und des Titels der Arbeit wird die patientenzentrierte Sicht in Form von Wirkungsfeldern für die bestimmenden Akteure in das Rahmenkonzept eingearbeitet. Hinzu kommen die Dimensionen der Methoden und Prinzipien, welche ja wiederum aus den Realisierungsprojekten und der Rollenanalyse hervorgingen.

Die Implementierung des Rahmenkonzeptes erfolgte - neben den zahlreichen einzelnen Realisierungsaspekten - in Form der *Modellstadtinitiative Braunschweig: Vision Wohnen*²⁰³¹  sowie den hieraus entstandenen Projekten. Über die Bearbeitung dieser Arbeit hinaus bildet das Rahmenkonzept ferner die Grundlage für weitere, bereits geplante oder noch entstehende Projekte.



6.2. Wissenschaftlicher Beitrag

Zur Bewertung des wissenschaftlichen Beitrages und einem Abgleich mit der Literatur wird entsprechend der Struktur der Arbeit nach den vier Hauptkapiteln unterschieden.

6.2.1. ... der Prozessanalyse

Die Methodik der rollenbasierten Analyse von Versorgungsmodellen und -prozessen bildet einen innovativen Ansatz in der Betrachtung der Wohnung als Gesundheitsstandort. Im Vergleich zu bisherigen Arbeiten geht die hier gezeigte Methode bereits von der Wohnung als Akteur in medizinischen Versorgungsprozessen aus und definiert die Wohnung nicht aus dem zufälligerweise gleichzeitigen Vorhandensein einzelner AGT. Diese Herangehensweise stützt sich auf Ergebnisse einschlägiger Literatur, wird jedoch erheblich weiterentwickelt.

So kommt Marc Opitz in seiner Dissertation zu dem Schluss, dass die Anwendung eines rollenbasierten Vorgehens zum Zweck der Strukturierung einer Domäne geeignet ist [110, S. 138f]. Er nutzt den rollenbasierten Ansatz zur innovationsorientierten Entwicklung von Dienstleistungen in Unternehmen. Das gleiche Ziel, allerdings mit Bezug zur Gesundheitsversorgung, hat das Open-Care Projekt. Wagner et al. gehen in [400] von einem standortübergreifenden Versorgungsprozess aus, der jedoch nicht näher definiert wird. Andere beziehen Gesundheitsprozesse als Element mit ein [401], entwickeln diese jedoch eher aus technischer Perspektive [401,402], aus spezifischen Versorgungsszenarien [38,403] oder Krankheitsbildern [404]. Den inhaltlich nächsten Bezug bildet der sog. "Doppelkreislauf" aus dem Projekt GAL [405, S. 171], welcher den patientenzentrierten Versorgungsprozess zur Ableitung von, in drei Ebenen geordneten Anwendungsfällen nutzt.

In Bezug auf die identifizierten Rollen geht die vorliegende Arbeit über den Detailgrad bisheriger Arbeiten hinaus. So adressieren Ras et al. [406] ebenfalls die Wohnumgebung und schlagen eine ähnliche, inhaltliche Dreiteilung vor. Die dort identifizierten Aktivitäten finden sich in den hier herausgearbeiteten Rollen wieder. Auch beschreiben die Autoren die Notwendigkeit eines Forschungsüberbaus, der die Aktivitäten - hier beispielsweise um anwendungsfallbezogene Demonstratoren herum - steuert, welche auch in der ersten Systematisierung von Rollen in dieser Arbeit betont wurde. Auch die inhaltlich-funktionale Ebene der Systematisierung spiegelt die Ergebnisse anderer Arbeiten wider. Das große deutsche Projekt "SmartSenior" adressiert insbesondere "Get Well and stay Healthy" (dt. "werde und bleibe gesund", [407, S. 655]) sowie "Live Independently at Home for Longer" (dt. "lebe länger unabhängig zuhause", [407, S. 655]). In einem Review zu "Smart Home" identifizieren Chan et al. die vier Funktionen "to support", "to monitor", "to deliver therapy" und "Comfort" [157, S. 59] und postulieren eine ebenenbasierte Struktur von "smart system[s]" aus u.a. Sensoren/Aktoren, Datenbanken, Software und Diensten vor (siehe [157, S. 57]). Als übergeordnetes Element ist der Patient (hier "user") angeordnet. Der Fokus auf die patientenzentrierten Versorgungsprozesse dieser Arbeit greift dies auf und zieht insbesondere neuere, vom Patienten orchestrierte Dienstleistungskonzepte mit ein [136].

Im Fazit ist der hier gezeigte, prozessorientierte Ansatz in Einzelaspekten belegt, birgt jedoch das Potential eines breiteren Erkenntnisgewinns, da die Grundannahme nicht beschränkt wird. Die Wohnung wird direkt als vollwertiger medizinisch-pflegerischer Versorgungsstandort betrachtet.

Der sich ergebende Fokus auf das Gesundheitssystem - hier in Form der Prozess- und Systemmodelle - als ganzes beschränkt sich nicht auf technische Lösungen sondern kann andere methodische Ansätze aufdecken, die bisher technisch nicht abgebildet sind. Dies zeigt sich in den bisher kaum behandelten Schwerpunkten der Wohnung als Pflegesystem oder sozialer Integrator sowie integrierenden Rollen, wie der Wohnung als Gesundheitsmanager. Dies hebt gleichzeitig die Patientensicht hervor, da er als verknüpfender Faktor einerseits nicht an die Grenzen der Wohnung gebunden ist und andererseits optimale Versorgungsprozesse nicht vor der Wohnung abbrechen.

6.2.2. ... der Rollenanalyse

Die Analyse der einzelnen Rollen hat 38 Anforderungen für die Ausgestaltung der Handlungen der Wohnung in medizinischen Versorgungsprozessen ergeben. Die Diskussion der rollenspezifischen Anforderungen findet sich in den entsprechenden Absätzen. In der Gesamtbetrachtung geht das Set an Anforderungen über vergleichbare Arbeiten hinaus. So bringen Kim et. al in [401] zwar die medizinische mit der Energiemanagementdomäne zusammen, blicken jedoch nicht auf weitere Anwendungsfelder. Entsprechende Mehrfachnutzung ist hier als Konzept bereits angelegt. Insbesondere beim Blick auf die Integration in die Versorgung sind Anforderungen, wie *Integration* in die Patientenakte, *Adaptierung* des Gesamtsystems und Gestaltung passender *User Interfaces* und weitere bereits formuliert [38, S. 480f] und finden sich in den, in dieser Arbeit definierten wieder.

Eine technische Perspektive spannen Empfehlungen des VDE (Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik) auf und fokussieren insbesondere Geschäftsmodelle sowie den Betrieb jedoch auch Interoperabilität von AAL-Systemen [42]. Ähnliche Empfehlungen gibt der GdW (Bundesverband deutscher Wohnungs- und Immobilienunternehmen) aus Erfahrungen in 59 kleinen bis mittleren Projekten. Adressiert werden die Bereiche Sicherheit, Komfort, Soziale Einbindung, energetische Optimierung und Gesundheit [41], welche als Rollen oder in Form der Wirkungsfelder des Integrationsszenarios auch hier abgedeckt sind.

Als bisher größtes deutsches AAL Forschungsprojekt, fokussierte "Smart Senior" [155] mehrere Bereiche der - nicht allein wohnungszentrierten - Unterstützung für ältere Menschen. In den Modulen Mobilität, Gesundheitsdienstleistungen und Selbstständigkeit werden ebenfalls eine Reihe von Anwendungsfällen definiert, welche den hier beschriebenen Rollen nahe kommen. Beispielsweise berichten Balasch et al. in [407] von Notfallvorsorge und Behandlung, persönlichem Gesundheitsmanagement, der Einbindung in "neue Versorgungskonzepte", einer standardisierten technischen Infrastruktur sowie therapeutischen Anwendungssystemen in der Wohnung. Wenngleich keine gemeinsame Infrastruktur, Datenhaltung oder Prozessintegration realisiert wurde, zeigt das Projekt doch die Zusammenarbeit verschiedener Versorgungsstandorte und damit den Stellenwert der Wohnung im Versorgungsprozess.

Der hier gezeigte rollenbezogene Analyseansatz kann die einzelnen Handlungen im gesundheitlichen Kontext der Wohnung beleuchten und dabei die Kompetenzen anderer Rollen in diese Betrachtung mit einbeziehen. Die sich hieraus ergebenden Rollenverknüpfungen - beispielsweise in Form einer gemeinsamen Infrastruktur und Datenhaltung - zeichnen ein Gesamtbild der Wohnung mit dem Ziel der Vollständigkeit, wie es bisher nicht beschrieben worden ist. Zusätzlich ergeben sich Anknüpfungspunkte durch die Offenheit der Betrachtung zu anderen Domänen.

Die herausgearbeiteten Ebenen Netzwerk, Dienstleistung und Infrastruktur ermöglichen eine weitere Teilung der rollenbezogenen Anwendungsfälle, wodurch sich für die Anforderungen und in den Realisierungsprojekten eine beherrschbare Menge an Aufgaben ergibt, deren Bearbeitung den Gesamtkontext jedoch nicht verliert - frei nach dem "teile-und-herrsche"-Prinzip. Konkret kann ein horizontaler Schnitt einer Rolle durch die Ebenen identifizieren, welche Infrastruktur zur Erbringung welcher Dienstleistungen von welchen Netzwerkpartnern realisiert werden sollte, um die Rollenhandlungen, spezifiziert durch die Anforderungen, abbilden zu können.

6.2.3. . . . der Realisierungsprojekte

Die Realisierungsprojekte liefern im Rahmen ihres breit gestreuten Spektrums an Inhalten jeweils eigene wissenschaftliche Mehrwerte und Diskussionsbedarf. Die unterschiedlichen Aspekte sollen im Folgenden projektbezogen erläutert werden.

Der maßgebliche Mehrwerte von BASIS im Rahmen des hier bearbeiteten Realisierungsanteils liegt in der Implementierung von AAL-Anwendungsfällen auf der energieeffizienten, gewerkeübergreifenden, offenen Plattform zur Gebäudeautomatisierung. Auf Softwareebene ist diese vergleichbar mit anderen Middleware und Plattformansätzen, wie UNIVERSAAL [75,76], der GAL Middleware Plattform [77], OASIS [186], PERSONA [187], EMERGE [188], SCAMPI [189] oder SOPRANO [147]. Bezüglich der Hardware gibt es ebenfalls Ansätze vereinheitlichender Plattformen, wie die Atlas Sensor Plattform [46,408]. Insgesamt wird die Notwendigkeit gewerkeübergreifender Konzepte und domänenübergreifender Ansätze - mitunter implizit - bestätigt [170], jedoch zumeist nur in Ansätzen umgesetzt. Das hier entwickelte, standardbasierte Domäneninformationsmodell und seine Realisierung in einer häuslichen Datawarehouse-Partition greift das auf. Das Problem der Beherrschbarkeit der ungleich größeren Datenmenge taucht auch in anderen Publikationen auf. Daraufhin sind Managementsysteme für solche kontinuierlichen Verlaufsdaten - wie sie auch medizinische Daten darstellen [167] - entstanden. Beispielhafte Frameworks und Ansätze in diesem Bereich der "Datenstrom-Managementsysteme" (engl. datastream management systems, DMS) sind Odysseus [409,410], STREAM [411] oder Borealis [412]. Diese Ansätze sind in BASIS jedoch bisher nicht realisiert.

Im MoCaB Projekt konnte durch den Autor eine modulare, wissensbasierte aber generische Reasoning-Plattform für die Unterstützung pflegender Angehöriger sowie ein Ansatz zur Strukturierung von implizitem Pflegewissen erarbeitet werden. Dem Projektstadium geschuldet, ist die Frage nach tatsächlicher Entlastung für die informell pflegenden zwar noch nicht beantwortet, die technische Realisierung einer wissensbasierten Anwendung zur Pflegeunterstützung hat sich jedoch gezeigt. Die Schwierigkeit der Realisierung entsteht aus der Komplexität der Domäne. Insbesondere bei ontologiebasierten Anwendungen ist das bekannt [143]. Die Abbildung von Domänenwissen in explizites Wissen zur reproduzierbaren Entscheidungsfindung stellte sich als, wie erwartet, schwierig heraus [413]. Erste Testungen mit potentiellen Anwendern bestätigen das Bild anderer Untersuchungen, nachdem Technologieakzeptanz weniger mit dem Alter der Probanden, als mit der Nützlichkeit der Anwendung zusammenhängt [40,414,415]. Es kann insofern von einer hohen Adaption der Technologie ausgegangen werden, sollte das Produkt das intendierte Stadium inhaltlichen Mehrwertes erreichen.

Für das AGT Reha Projekt, als Beispiel therapeutischer Handlungen in der Wohnung, fügt diese Arbeit eine überarbeitete Software-Architektur, einen Ansatz zur standardbasierten Trainingsplanung und Inhalte des Studienplans hinzu. Die Datenintegration in die Wohnung findet in AGT Reha noch nicht statt, jedoch auch in keinem der vergleichbaren Systeme [155,305,306]. Ein Grund mag die Fokussierung auf die Hardwareprobleme, insbesondere in der Erkennung des Trainierenden, sein [303,305]. Die auch in diesem Projekt notwendige Abbildung des Domänenwissens der Physiotherapie wird durch fehlende Evidenz in der Beurteilung von Übungsausführungen erschwert.

Im Rahmen der Beiträge zum Projekt GD Bank konnten Prozessdefinition und Verfahren zur informierten Einwilligung und Berechtigungssteuerung in einer treuhänderbasierten "Health Information Exchange"-Plattform erarbeitet werden. Die GD Bank setzt dabei auf dezentrale Datenhaltung, was sich in Deutschland als Konsens herausgebildet hat [249]. In der Realisierung solch übergreifender Projekte zeigt sich die Organisation und Politik zumeist schwieriger als die technische Realisierung [416]. So auch in diesem Fall, was als ein Faktor für das vorzeitige Projektende und die weiterhin andauernden Realisierungsbestrebungen - diesmal auf anderer Ebene - gesehen werden kann. Als weiterer Faktor für eine erfolgreiche Annahme des Systems, ist die Notwendigkeit von komplexitätsreduzierten Prozessen und Benutzerschnittstellen in Vorarbeiten bereits gezeigt [417] und auch in diesem Projekt deutlich geworden.

Im Projekt Rollende Arztpraxis konnte die technischen Gestaltung und die wissenschaftliche Evaluation eines Ansatzes zur medizinischen Versorgung ländlicher Regionen durch ein mobiles Praxisfahrzeug gezeigt werden. Der Fokus auf einen weiteren Standort medizinischer Handlungen, neben der Wohnung sowie den etablierten Sektoren, zeigte teilweise parallele Anforderungen in Bezug auf die Daten- und Prozessintegration in den standortübergreifenden Versorgungsprozess. Die übergeordnete Fragestellung in der Evaluation, ob die mobile Versorgungseinheit die ambulante ländliche hausärztliche Gesundheitsversorgung der gesetzlichen Krankenversicherung im Landkreis Wolfenbüttel erfolgreich ergänzen kann, lässt sich nur in differenzierter Betrachtung der einzelnen Evaluationsschwerpunkte beantworten. Bezogen auf die definierten Arbeitspakete kann allgemein von einer guten Inanspruchnahme mit hoher Patientenzufriedenheit bei differenzierten Meinungen der Ärzte in einem subventionierten Finanzmodell gesprochen werden. Der Ansatz den Arzt selbst, als teuerste Ressource im System, mit Fahrzeit zu binden ist umstritten und andere Konzepte werden vorgeschlagen [418]. In spezialisierten Anwendungsfällen [285,287] bzw. bei besonderen sozialen oder geografischen Gegebenheiten [284,419] findet die grundlegende Methode jedoch Anwendung.

Der Entwicklungsprozess des Integrierten Stadtentwicklungskonzeptes Braunschweig 2030 konnte durch einen strategischen Ansatz zur Integration von assistierten Wohnumgebungen in die Stadtentwicklung unterstützt werden. Die direkte Intention zur Ausstattung weiterer Wohnungen in großer Zahl ist innovativ und hier eine Folge des klaren Bekenntnisses aller beteiligten Partner zur Wohnung als Gesundheitsstandort. Die entsprechende Notwendigkeit ist auf staatlicher und kommunalstrategischer Ebene bereits erkannt. Das lässt sich an Strategiedokumenten, wie der "Smart City Charta" [385] oder den entsprechenden Abschnitten des siebten Berichts zur Lage der älteren Generation in der Bundesrepublik Deutschland [5, S. 250ff] erkennen. Die Anreicherung derartiger Prozesse mit wissenschaftlicher Expertise ist zwar durchaus üblich [168], ihre direkte

Umsetzung in strategische Zielvorgaben kann jedoch für das Forschungsfeld durchaus als Erfolg gewertet werden.

6.2.4. ... des Integrationsszenarios

Das Integrationsszenario beruht auf den zahlreichen Einzelaspekten der Prozessanalyse, der Rollenbetrachtung und den Realisierungsprojekten und führt sie in einem Rahmenkonzept zusammen. Kernthese des Szenarios ist hierbei die Etablierung von Braunschweig als Modellstadt. Dies folgt der Idee des Living Lab, welcher sowohl strukturell einzelne Forschungshäuser, Labore und Demonstratoren umschreibt [45,47,378,382] als auch eine Methode für die Entwicklung von bürgerzentrierten - weil auf das Lebensumfeld ausgerichteten - Innovationen darstellt [379,420,421]. Insbesondere die vorgehensbegleitenden Prinzipien sind in ähnlicher Form, wie sie im hier entwickelten Rahmenkonzept Anwendung finden, bereits formuliert [380], wurden jedoch zur besseren Operationalisierung etwas zusammengefasst.

Das Rahmenkonzept der Modellstadtinitiative formalisiert dabei über die bestehenden Ansätze hinaus die Ebenen der Wirkungsfelder und Methoden. Die Anreicherung mit Einzelaspekten hat dabei die intendierte strukturierte Zusammenführung in ein gemeinsames, verständliches Narrativ ermöglicht, weshalb die Methode im Sinne des in Abs. 5 formulierten Zwecks als geeignet angesehen werden kann. Dies stützt sich ebenso auf die Erfüllung der gewünschten Steuerungswirkung. Das Vorgehen hat neben der erfolgreichen Platzierung im ISEK bereits die Spezifikation mehrerer Projekte hervorgebracht. Unter anderem wurde für die, in der Roadmap der Modellstadtinitiative (siehe Abb. 5.23) dargestellte Pilotstudie zum post-stationären, häuslichen Monitoring von Herzinsuffizienzpatienten bereits die Studienplanung durchgeführt. Die Kurzfassung des Studienplanes findet sich in Anhang K. Weitere Projekte entlang des Integrationsszenarios sind in Planung, wodurch der wissenschaftliche Beitrag in Form des Aufzeigens weiterer Forschungsvorhaben bereits explizit genutzt wird.

Wenngleich im Ergebnis bisher nicht wissenschaftlich belegt, lässt die breite Unterstützung innerhalb der, aus dem ISEK hervorgegangenen Arbeitsgruppe doch darauf schließen, dass das Vorgehen sich bewährt. Die Modellstadtinitiative wird von Partnern des Wohnbaus ebenso getragen, wie von Akteuren der Pflegewirtschaft und -wissenschaft, der Stadt Braunschweig sowie den Akteuren des Gesundheitswesens.

6.3. Ethische, rechtliche und soziale Implikationen

Die gesellschaftliche Bedeutung der Wohnung prägt die Betrachtung der ethischen, rechtlichen und sozialen Implikationen der Ergebnisse. Sie sollen im Folgenden diskutiert werden.

6.3.1. Ethische Betrachtung

Die Wohnung ist ein maßgeblicher Kernbereich der Privatsphäre eines jeden Bewohners und soll neben Wohlbefinden insbesondere Sicherheit gewährleisten. Die ethische Diskussion über die Ausgestaltung und den Einsatz eines Assistenzsystems ist dabei ein wichtiger Faktor im Entwicklungsprozess. Sie konstruiert den beschränkenden Handlungsrahmen, der in der Ausführung unbedingt

eingehalten werden muss. Die Akzeptanz von technischen Assistenzsystemen steigt, wie erwartet, mit ihrer Notwendigkeit [22], welche nach Erfahrungen aus bisherigen Projekten zuweilen jedoch überzogene Erwartungen weckt. So lässt sich beispielsweise nach einem unerwünschten Ereignis, wie einem Sturz eine Überkompensationsreaktion, insbesondere der Angehörigen beobachten. Ein Beispiel ist die Persona der “Besorgten” aus dem MoCaB Projekt [422,423]. Entwickelt aus teilstandardisierten Telefoninterviews von informell Pflegenden, versucht die Persona ihre zu pflegende Angehörige maximal zu überwachen, um jedes Risiko auszuschließen. Es bestimmen also primär Datenschutzbedenken - als Ablehnungsfaktor - sowie Sicherheitsinteressen die Einsatzentscheidung von Assistenzsystemen [40,414,424]. Sie überdecken in der Praxis dabei aber häufig zugrundeliegende ethische Anwendungsrisiken. Hier muss bereits in der Entwicklung der Assistenzsysteme eine Güterabwägung zwischen dem legitimen Wunsch nach Sicherheit und der Aufgabe der Privatheit erfolgen.

In der Betrachtung einzubeziehen sind auch technische Grenzen des Systems oder Fehlerfälle. Nicht funktionierende Assistenzsysteme müssen erkannt und adäquat behandelt werden. Die (subjektive) Wahrnehmung eines Unfalls ist bei einem nicht funktionierenden System eventuell schlimmer als bei einem nicht vorhandenen.

Ein weiterer ethischer Aspekt spannt sich durch die Wechselseitigkeit der Beeinflussung von Mensch und Maschine auf. In einer qualitativen Untersuchung von Reaktionen von Senioren auf Monitoringsysteme schildern Berridge et al. den eindrucksvollen und nicht seltenen Fall einer älteren Dame, die trotz eines Sturzes versucht das, auf Inaktivität überwachende System zu überlisten, um einer Krankenhauseinweisung zu entgehen:

“I fell and was on the floor for half an hour. I just scooted across my apartment over to the phone and I called up my neighbour and he came and picked me up. I scooted over to the front door to open it. I don’t know if it’s true, but if I call the super he will not pick me up. He will call the hospital. The ambulance would come but I don’t like to go to the hospital because there’s nothing wrong with me and if it’s not serious they make you wait for a long time for hours . . . I did not press the button because I could just move across the floor so the sensors would not know that there is no movement. That’s what I think. I just scooted scooted scooted just sitting on the floor. So that’s why the system doesn’t know.” [425, S. 551]

Aus dieser provozierten oder fehlerhaften Erkennung erwächst insbesondere ein Problem, wenn es sich um die Ableitung klinisch relevanter Aussagen handelt. Die Wahl der Therapie auf Basis einer falsch gefolgerten Aussage kann neben ausbleibenden auch unerwünschte oder schadhafte Effekte haben. Neben der Beeinträchtigung der Vertraulichkeit, wird auch die Wahlfreiheit eingeschränkt. Es entsteht potentiell eine systemische Diskriminierung, woraus körperlich, seelische und finanzielle bzw. materielle Schäden folgen können [388].

6.3.2. Rechtliche Rahmenbedingungen

Als rechtliche Fortsetzung der ethischen Abwägung, ist das rollenübergreifende Querschnittsthema Datenschutz bei der Gestaltung von Versorgungsprozessen mit und in der Wohnung von besonderer Bedeutung. Mit der europäischen Datenschutzgrundverordnung (DSGVO, [166]) in Verbindung

mit den nationalen Bestimmungen existiert ein ausführliches Reglement zum Schutz personenbezogener Daten, welches in Betrachtung der Wohnung und ihren Rollen entsprechend beachtet und angewendet werden muss.

Dies gilt insbesondere im Kontext der intendierten Einbindung in medizinische Versorgungsprozesse, sind doch gesundheitsbezogene Daten explizit als besondere Kategorie nach Art. 9 Abs. 1 DSGVO eingestuft. Derartig klassifizierte Daten stehen unter einem “Verarbeitungsverbot mit Ausnahmevorbehalt”, dürfen also grundsätzlich weder erhoben noch verarbeitet werden, sofern keiner der Erlaubnistatbestände - beispielsweise die Gesundheitsvorsorge oder eine medizinische Behandlung - erfüllt ist [426]. Diese Voraussetzung müssen dabei zusätzlich zu den Rechtmäßigkeitsbedingungen nach Art. 6 DSGVO erfüllt sein. Ferner gilt für den Gesundheitsbereich, dass ausschließlich Fachpersonal tätig wird oder verantwortlich ist und alle Beteiligten einem entsprechenden Berufsgeheimnis oder einer Geheimhaltungspflicht unterliegen.

Im Kontext technischer Assistenzsysteme in der Wohnung muss außerdem zwingend und regelmäßig eine Datenschutz-Folgenabschätzung (DSFA, [427]) nach Art. 35 DSGVO durchgeführt werden, da sowohl die Verarbeitung von Gesundheitsdaten - als besonderer Kategorie personenbezogener Daten - als auch die “Datenerhebung mittels der innovativen Nutzung von Sensoren [...] stattfindet” [428, S. 4]. Beide Kriterien finden sich auf der verbindlichen, jedoch nicht abschließenden “Muss-Liste” für DSFA fordernde Verarbeitungstätigkeiten [428]. Der Inhalt einer DSFA ist dabei klar spezifiziert [429] und definiert eine explizite Meldepflicht bei unabwendbarem Verbleib eines erhöhten Restrisikos.

Wenngleich die Rechtsnormen für die Behandlung solch klassifizierter Daten klar sind, so muss die Einordnung der Wohnungsdaten in ihrem breiten Spektrum von gerätebezogenen Impulsen bis hin zu komplexen Verhaltensprofilen im Einzelfall geprüft werden. Die Begriffserklärung zu “Gesundheitsdaten” nach Art. 4 Abs. 15 DSGVO schließt Daten zur “Erbringung von Gesundheitsdienstleistungen” (ebd.) ein, die Ausweitung der o.g. Verfahrensvorschriften auf beispielsweise Schaltimpulse von Lichtschaltern ist praktisch jedoch kaum realisierbar. Die inhaltliche Trennung von, als besonders und als nicht-besonderes eingestuft Daten durch technische Maßnahmen muss in der Plattform verankert werden. So sind die reinen Bewegungsdaten in der Wohnung pragmatisch als nicht-Gesundheitsdaten einzustufen, ihre Aggregation zu diagnoserelevanten Aktivitätsbefunden jedoch schon. Wenn ihre Erstellung, Speicherung und Weitergabe in einer logisch getrennten Einheit des Gesamtsystems erfolgt, kann sie im datenschutzrechtlichen Sinne entsprechend separiert und beispielsweise durch eine abweichende verantwortliche Stelle getrennt behandelt werden. Dieses Prinzip des “Datenschutz durch Technikgestaltung” (vgl. Art. 25 DSGVO “data protection by design”, [430]) ist explizit in der Rechtsnorm verankert.

Als Betreiber technisch ausgerüsteter Wohnungen, werden Wohnbauunternehmen explizit in die Pflicht genommen. Sie stellen, ggf. in Verbindung mit anderen, die verantwortliche Stelle dar, da sich die technischen Komponenten als Teil des Gebäudes in ihrem Verantwortungsbereich befinden. Rechtsfolgen, wie das Erstellen eines Verzeichnisses von Verarbeitungstätigkeiten (VVT) sind damit verpflichtend zu beachten [431]. Finden Gesundheitsversorgungsleistungen unter Zuhilfenahme der technischen Infrastruktur statt, greifen indes die besonderen, o.g. Verfahrensvorschriften.

Ungeachtet der inhaltlichen Ausrichtung der Erhebungs- und Verarbeitungstätigkeiten personen-

bezogener Daten, definiert die DSGVO ein umfangreiches Auskunfts- und Kontrollrecht nach Art. 15 Abs. 1 und Art. 21 DSGVO. Dieses schränkt §34 BDSG jedoch in Bezug auf bspw. Protokolldaten etwas ein [432]. Hinzu kommt das Recht auf Löschung der Daten [433] sowie genaue Informationspflichten, insbesondere bei Direkterhebung oder Datenweitergabe [434] in Form sogenannter Auftragsdatenverarbeitung nach Art. 28 DSGVO. Entsprechende Spezialfälle greifen im Kontext der Wohnung als Gesundheitsstandort jedoch, da eventuell “mehrere Verantwortliche gemeinsam über die Verarbeitungszwecke und -mittel entscheiden” [435, S. 4]. In der Folge sind nach Art. 26 DSGVO entsprechende Rechtsgrundlagen immer von allen Verantwortlichen nachzuweisen, beispielsweise durch eine gemeinsame Einwilligungserklärung [436]. Dies ist insbesondere bei gemeinsamen Forschungsvorhaben und medizinischen Studien zu beachten [437].

In Summe bleibt, trotz funktionaler und baulicher Integration der Anwendungssysteme in die Wohnung, das Sammeln und Verarbeiten von Daten also zustimmungspflichtig [169,389]. Die zugehörigen, in den §§ 630a ff BGB als Behandlungsvertrag, Einwilligung und Aufklärung bezeichneten Erlaubnistatbestände beschreiben vor allem das Arztrecht und sind in komplexeren Systemen mit medizinischem Hintergrund nur bedingt anwendbar. Für das Konstrukt des *informed consent* (informierte Einwilligung) sind sowohl Einsicht (intellektuell) als auch Willensbildung (voluntativ) Voraussetzung. Adressiert die Wohnung als Gesundheitsstandort im Allgemeinen nun vulnerable Risikogruppen, ist das Vorhandensein der beiden Fähigkeiten zumindest fraglich. Entsprechende Implikationen für die Einwilligungsfähigkeit müssen gezogen werden. Insgesamt ist die Konzeption eines solchen Erlaubnistatbestandes immer eine Einzelfallentscheidung und kann zum Beispiel durch Willensmängel oder Verstoß gegen die guten Sitten (siehe hierzu z.B. § 228 StGB) trotzdem unwirksam sein.

6.3.3. Soziale Implikationen

Dem funktionalistischen Rollenverständnis [116, Sp. 2224ff] nach, das dem entwickelte Rollenmetamodell der vorliegenden Arbeit maßgeblich zugrundeliegt (vgl. Abs. 2.2.1), nimmt die Entität Wohnung durch Übernahme einer Rolle eine Position [118, S. 114] im “statisch vorgegebenen Rechts- und Pflichtengefüge” der Gesellschaft ein [116, Sp. 2226]. Die hieraus entstehende Wechselwirkung (vgl. “interaktionistisches Rollenverständnis”, [114]) mit anderen Entitäten des sozialen Umfeldes führen zwangsläufig also zu sozialen Implikationen. Diese sind in der Lage Prozesse über die planvolle, systematisierte Technikbewertung hinaus, in Richtung gesellschaftlicher, intuitiver Bewertungsprozesse anzustoßen [438]. Im Kern steht die Frage nach dem Umgang mit maschinellen, zunehmend als “intelligent” wahrgenommenen oder zumindest bezeichneten Entitäten in vormals durch menschliche Akteure getragene oder komplett neu entstehende Prozesse, wie der kooperativen medizinischen Versorgung durch Mensch und Maschine [439].

Die tatsächliche Tragweite von umfassend technisch assistierten Wohnformen in Quartieren, ganzen Städten oder Regionen ist seriös kaum abschätzbar. Das Potential der Technologie - nicht zuletzt gezeigt durch diese Arbeit - steht der eingangs erwähnten, immensen Verantwortung durch Eingriff in den Kernbereich der Privatheit gegenüber.

6.4. Grenzen

6.4.1. ... der Rollentheorie

Die Wahl der rollentheoretischen Betrachtung der Wohnung hat sich als passend herausgestellt, weist jedoch methodische und inhaltliche Grenzen auf.

Die Ableitung aus vorwiegend soziologietheoretischen Abhandlungen garantiert nicht die Vollständigkeit der Rollenaspekte. Ferner dient das Rollenmetamodell in der Prozessanalyse zwar als formaler Rahmen, die Nutzung erfolgt jedoch nur teilformalisiert, da die Versorgungs- und Prozessmodellbeschreibungen nur informell vorliegen.

Die Rollentheorie selbst definiert das Konzept der Rollenambiguität [115], welche die mangelnde Präzision in der Beschreibung einer Rolle ausdrückt. Die Folge ist eine entsprechende Unschärfe und - in der soziologischen Betrachtung - ein potentieller Konflikt der Entität mit der Umwelt, da Erwartungen der Gesellschaft nicht erfüllt werden. Hier sei erneut die Übertragung in den behandelten Gegenstandsbereich erlaubt, der in Bezug auf die Grenzen dann zu einer fehlerhaften oder falschen Rollenbeschreibung und eventuell falschen Anforderungen führt. Der Umstand, dass alle Anforderungen im Lichte der Realisierungsprojekte erneut betrachtet wurden, wirkt dieser Limitierung jedoch entgegen.

6.4.2. ... der Realisierung

Die Grenzen der Realisierbarkeit zeigen sich unter anderem durch den Stand der technischen Systeme. So handelt es sich überwiegend um Ergebnisse aus Forschungsprojekten im Prototypstatus. Einige Forschungsbereiche sind - sowie der entsprechende Kenntnisstand des Autors - noch sehr am Anfang. Beispielsweise ist die Wohnung als aktive Entität im Pflegeprozess kaum beleuchtet, was den Umfang möglicher Realisierungen hier einschränkt.

Nicht formal betrachtet wurde das Konzept der Rollenkonflikte, welches bei Übernahme mehrerer Rollen in Form eines Rollensets entstehen. Übertragen auf die Wohnung können einzelne Rollenhandlungen im Widerspruch zueinander stehen:

- Die Wohnung weiß um die Diagnose einer psychischen Erkrankung, stellt aber weiterhin alle ungefilterten medizinischen Informationen dar.
- Die Wohnung diagnostiziert ein fehlerhaftes Essverhalten, ordert aber weiterhin automatisch und unreflektiert neue Lebensmittel oder fordert zum Einkaufen auf.
- Die Wohnung diagnostiziert Schlafstörungen, stellt aber weiterhin um 6 Uhr die Kaffeemaschine an.

Die fehlende Betrachtung dieser Inter- und Intrarollenkonflikte kann Lösungsansätze als valide erscheinen lassen, die sich ggf. in dieser Form gegenseitig ausschließen.

6.4.3. ... des Integrationsszenarios

Die Modellstadtinitiative, die das exemplarische Integrationsszenario darstellt, stößt zwar auf immens positive Resonanz und wird von allen Akteuren aktiv vorangetrieben, ist in ihrer aktuellen

Form jedoch lediglich ein strategisches Steuerungsdokument. Mehrere neue Anträge auf Grundlage des Dokumentes sind geschrieben, jedoch aktuell nicht beschieden. Dies stellt jedoch weniger eine Limitierung des Ansatzes, als vielmehr eine intendierte Abgrenzung dieser Arbeit dar.

7 Schlussbetrachtung

7.1. Fazit

Die vorliegende Arbeit hat in den vier methodischen Schritten Metamodellentwicklung, Versorgungsanalyse, Rollenbetrachtung und Szenariodefinition die Einbindung der Wohnung in patientenzentrierte Versorgungsprozesse gezeigt. Mit Hilfe eines Rollenmetamodells, entwickelt aus soziologischer und technischer Perspektive, ergab die Analyse von sechs Versorgungsstruktur- und -prozessmodellen elf Rollen, welche die Wohnung in der Gesundheitsversorgung spielen kann. Im Untersuchungsraum von technologiespezifischen zu gesundheitssystembezogenen, von patientenzentrierten zu gesundheitsökonomischen und von statischen zu prozessorientierten Modellen zeigt eine erste naive Strukturierung eine inhaltliche und eine methodische Ebene der Rollenhandlungen. Die Einzelanalyse der Rollen und ihren Anforderungen kommt zu dem Schluss, dass die Rollenhandlungen in verschiedener Weise realisierbar sind und gegenseitig voneinander abhängen. Es ergibt sich eine Struktur von Wirkungsfeldern, Methoden und Prinzipien als methodischer Rahmen für die Weiterentwicklung der Wohnung als Gesundheitsstandort durch den Einsatz technischer Assistenzsysteme als assistierende Gesundheitstechnologien. Die Instanziierung des Rahmens bildet einen strategischen Plan. Sie definiert die übergeordneten Ziele in Form der *Vision Wohnen*, sie analysiert und bewertet den aktuellen Zustand der Domäne durch die Rollenanalysen, sie zeigt Innovationen und Teile des Sollzustandes in den Realisierungsprojekten und gibt Methoden zur Transition und Weiterführung der Bestrebungen.

Die Untersuchungen dieser Arbeit zeigen eine Reihe von Zusammenhängen, Schlussfolgerungen und sich daraus ergebenden Möglichkeiten für die Wohnung. Sie alle stützen drei abschließende Aussagen über die Wohnung:

(1) Die Wohnung gibt Raum.

Im medizinischen Sinne bildet sie ein qualifiziertes Umfeld für Diagnostik und Therapie. Darüber hinaus stellt sie einen Schutzraum und Handlungskontext weiterführender Domänen zu Verfügung und passt sich an neue Anforderungen sich verändernder Lebensumstände an. Sie bildet eine Stützentität multidimensionaler, adaptiver Lebenswelten.

(2) Die Wohnung handelt.

Sie nimmt eine aktive Rolle im Versorgungsprozess ein und wird Akteur für Prävention, Diagnostik und Therapie, durch den Einsatz von assistierenden Gesundheitstechnologien. Über die Grenzen des medizinischen Kontext hinaus fungiert sie als Lebensweltpartner zur Alltagsunterstützung mittels technischer Assistenzsysteme.

(3) Die Wohnung verbindet.

Sie schafft Beziehungen zwischen ärztlichen, pflegerischen und sozialen Akteuren inter- und multidisziplinärer Versorgungsprozesse mit dem Ziel eines mehrdimensionalen, ganzheitlichen Wohlbefindens. Sie ist transprofessionaler Akteur und Handlungsraum über die medizinische Domäne hinaus zur synergetischen Erfüllung von Zielen anderer Gewerke, wie der Energieoptimierung oder dem Gebäudeschutz.

7.2. Ausblick

In Konsequenz aus der sich verändernden Rolle der Wohnung ergibt sich der Bedarf weiterer theoretischer Betrachtungen und praktischer Realisierungen. Die Einzelaspekte der Realisierungsprojekte bilden nur einen grundlegenden Anfang. Die technische Plattform Wohnung muss weiter entwickelt und hin zu einer breit verfügbaren Infrastruktur ausgerollt werden. Bisher primär theoretische Rollen, wie die Wohnung als sozialer Integrator, können weiter gedacht und hierauf etabliert und die Evidenz konkreter Rollen, wie der Wohnung als diagnostisches Instrument, kann gestärkt werden. Verbindende und übergreifende Rollen lassen sich weiter voran treiben. Konkrete nächste Schritte bestehen im Schaffen der notwendigen Infrastruktur, um die episodischen Bestätigungen einzelner Rollenhandlungen aufzugreifen. Durch Umsetzung der strategischen Planung entstehen so neue Projekte.

Die einzelnen Disziplinen medizinischer Versorgung können auf Basis der Rollenbeschreibungen neue Anwendungsfelder definieren. Dies ermöglicht beispielsweise die Unterstützung aktueller oder Entwicklung neuer Pflegeformen und Gesundheitsdienstleistungen. Die Wohnung kann als Koppelungselement sektorübergreifender medizinischer Versorgung agieren.

Über die medizinische Domäne hinaus lassen sich Synergiepotentiale zu anderen Gewerken erkennen und nutzen. Die Rolle des Wohnbaus als Plattformbetreiber wird sich grundlegend ändern, gewinnt sie doch einerseits neue Möglichkeiten als Gestalter und Partner in transprofessionellen Dienstleistungsprozessen aber auch andererseits Verantwortung als "Gatekeeper" zur technischen Plattform Wohnung. Der Notwendigkeit eines Innovationsmanagements aus Forschung und Entwicklung mit der Wohnung als Kern muss begegnet werden.

In der Konsequenz wird die Wohnung - über die Bildung eines diagnostischen und therapeutischen Raumes hinaus - ein aktiver Gesundheitsstandort mit Verantwortung und Kompetenzen in verschiedenen Lebensbereichen. Sie bildet eine vollwertige Säule der medizinischen Versorgung deren Strahlkraft und Potential die Innovation weiterer Domänen treiben wird.

A Literatur

- [1] Landesamt für Statistik. Mikrozensus Zeitreihe: Bevölkerung, Erwerbstätige, Erwerbslose und Nichterwerbspersonen 2003 bis 2017 nach ausgewählten Merkmalen [Report]. Hannover: Land Niedersachsen; 2019.
- [2] Landesamt für Statistik. Mikrozensus Tabelle: Bevölkerung in Privathaushalten in Niedersachsen 2017 nach Altersgruppen und Haushaltsgröße [Report]. Hannover: Land Niedersachsen; 2019.
- [3] Heinze RG, Klein T, Kruse A, Naegele G, Pott E, Köcher R, u. a. Generali Altersstudie 2017: Wie ältere Menschen in Deutschland denken und leben. Springer Berlin Heidelberg; 2017.
- [4] Statistisches Bundesamt. Pflegestatistik 2017: Pflege im Rahmen der Pflegeversicherung, Deutschlandergebnisse [Report]. (Destatis); 2018. Report No.: 5224001179004.
- [5] Deutsches Zentrum für Altersfragen (DZA). Siebter Bericht zur Lage der älteren Generation in der Bundesrepublik Deutschland [Report]. Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend; 2016.
- [6] Ostherr K, Killoran P, Shegog R, Bruera E. Death in the Digital Age: A Systematic Review of Information and Communication Technologies in End-of-Life Care. *Journal of Palliative Medicine* 2016; 19(4):408–20.
- [7] Bundesinstitut für Bevölkerungsforschung. Anteil der in Einpersonenhaushalten Lebenden nach Altersgruppe in West- und Ostdeutschland, 1950, 1981 und 2016 [Report]. Berlin: Statistisches Bundesamt; 2018.
- [8] Organisation for Economic Co-Operation and Development. Caring for frail elderly people: new directions in care. Paris (France): Organisation for Economic Co-operation; Development; 1994
- [9] Organisation for Economic Co-operation and Development. Ageing, Housing and Urban Development. OECD, Herausgeber. Paris (France): OECD Publishing; 2003
- [10] Vasunilashorn S, Steinman BA, Liebig PS, Pynoos J. Aging in Place: Evolution of a Research Topic Whose Time Has Come. *J Aging Res* 2011; 2012:6.
- [11] Phelan EA, Anderson LA, LaCroix AZ, Larson EB. Older adults' views of successful aging—how do they compare with researchers' definitions? *J Am Geriatr Soc* Februar 2004; 52(2):211–6.
- [12] Dunn HL. High-level wellness for man and society. *Am J Public Health Nations Health* Juni 1959; 49(6):786–92.
- [13] Greenberg JS. Health and Wellness: A Conceptual Differentiation. *Journal of School Health* 1985; 55(10):403–6.
- [14] Siegel C, Dorner TE. Information technologies for active and assisted living—Influences to the quality of life of an ageing society. *Int J Med Inform* 2017; 100:32–45.

-
- [15] Oswald F, Jopp D, Rott C, Wahl H-W. Is Aging in Place a Resource for or Risk to Life Satisfaction? *The Gerontologist* 2011; 51(2):238–50.
 - [16] Finch M, Griffin K, Pacala JT. Reduced Healthcare Use and Apparent Savings with Passive Home Monitoring Technology: A Pilot Study. *J Am Geriatr Soc* 2017;:5.
 - [17] Khosravi P, Ghapanchi AH. Investigating the effectiveness of technologies applied to assist seniors: A systematic literature review. *Int J Med Inform* 2016; 85(1):17–26.
 - [18] Wolf K-H, Marschollek M, Howe J, Haux R. The impact of sensor-enhanced regional health information systems. In: Karshmer AI, Nehmer J, Raffler H, Tröster G, Herausgeber. *Assisted Living Systems - Models, Architectures and Engineering Approaches*; Dagstuhl, Germany: Schloss Dagstuhl - Leibniz-Zentrum fuer Informatik, Germany; 2008.
 - [19] Dodge JAM Hiroko H. AND Zhu. Use of High-Frequency In-Home Monitoring Data May Reduce Sample Sizes Needed in Clinical Trials. *PLOS ONE* September 2015; 10(9):1–15.
 - [20] Ziersch AM, Baum FE, MacDougall C, Putland C. Neighbourhood life and social capital: the implications for health. *Social Science & Medicine* 2005; 60(1):71–86.
 - [21] Peek ST, Wouters EJ, Hoof J van, Luijkx KG, Boeije HR, Vrijhoef HJ. Factors influencing acceptance of technology for aging in place: a systematic review. *Int J Med Inform* April 2014; 83(4):235–48.
 - [22] Heek JO-v, Schomakers E-M, Ziefle M. Bare necessities? How the need for care modulates the acceptance of ambient assisted living technologies. *Int J Med Inform* 2019; 127:147–56.
 - [23] Steventon A, Bardsley M, Billings J, Dixon J, Doll H, Hirani S, u. a. Effect of telehealth on use of secondary care and mortality: findings from the Whole System Demonstrator cluster randomised trial. *BMJ: British Medical Journal* 2012; 344:e3874.
 - [24] Dierckx R, Inglis SC, Clark RA, Prieto-Merino D, Cleland JGF. Telemedicine in heart failure new insights from the Cochrane meta-analyses. *Eur J Heart Fail* März 2017; 19(3):304–6.
 - [25] Kitsiou S, Pare G, Jaana M. Effects of home telemonitoring interventions on patients with chronic heart failure: an overview of systematic reviews. *J Med Internet Res* März 2015; 17(3):e63.
 - [26] Greenhalgh T, A’Court C, Shaw S. Understanding heart failure; explaining telehealth - a hermeneutic systematic review. *BMC Cardiovasc Disord* Juni 2017; 17(1):156.
 - [27] Stockburger M. Non-device-based telemonitoring : Toy or tool? *Herzschr Elektrophys* September 2017; 28(3):287–92.
 - [28] Koehler F, Koehler K, Deckwart O, Prescher S, Wegscheider K, Kirwan B-A, u. a. Efficacy of telemedical interventional management in patients with heart failure (TIM-HF2): a randomised, controlled, parallel-group, unmasked trial. *Lancet* September 2018; 392(10152):1047–57.
 - [29] Yun JE, Park J-E, Park H-Y, Lee H-Y, Park D-A. Comparative Effectiveness of Telemonitoring Versus Usual Care for Heart Failure: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Card Fail* Januar 2018; 24(1):19–28.

- [30] Grace SL, Taherzadeh G, Jae Chang IS, Boger J, Arcelus A, Mak S, u. a. Perceptions of seniors with heart failure regarding autonomous zero-effort monitoring of physiological parameters in the smart-home environment. *Heart Lung* Juli 2017; 46(4):313–9.
- [31] Martin S, Kelly G, Kernohan WG, McCreight B, Nugent C. Smart home technologies for health and social care support. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2008;
- [32] Liu L, Stroulia E, Nikolaidis I, Miguel-Cruz A, Rincon AR. Smart homes and home health monitoring technologies for older adults: A systematic review. *Int J Med Inform* 2016; 91:44–59.
- [33] Gokalp H, Clarke M. Monitoring Activities of Daily Living of the Elderly and the Potential for Its Use in Telecare and Telehealth: A Review. *Telemedicine and e-Health* 2013; 19(12):910–23.
- [34] Brims L, Oliver K. Effectiveness of assistive technology in improving the safety of people with dementia: a systematic review and meta-analysis. *Aging Ment Health* 2019; 23(8):942–51.
- [35] Marikyan D, Papagiannidis S, Alamanos E. A systematic review of the smart home literature: A user perspective. *Technological Forecasting and Social Change* 2019; 138:139–54.
- [36] Mayer P, Guldenpfennig F, Panek P. Towards Smart Adaptive Care Toilets. *Stud Health Technol Inform* 2019; 260:9–16.
- [37] Ludwig W, Wolf K-H, Duwenkamp C, Gusew N, Hellrung N, Marschollek M, u. a. Health-enabling technologies for the elderly – An overview of services based on a literature review. *Computer Methods and Programs in Biomedicine* 2012; 106(2):70–8.
- [38] Bott OJ, Marschollek M, Wolf K-H, Haux R. Towards new scopes: sensor-enhanced regional health information systems - part 1: architectural challenges. *Methods of information in medicine* 2007; 46(4):476–83.
- [39] Speedie SM, Ferguson AS, Sanders J, Doarn CR. Telehealth: The Promise of New Care Delivery Models. *Telemedicine and e-Health* 2008; 14(9):964–7.
- [40] Wang S, Bolling K, Mao W, Reichstadt J, Jeste D, Kim H-C, u. a. Technology to Support Aging in Place: Older Adults’ Perspectives. *Healthcare* 2019; 7(2):18.
- [41] Meyer S, Heinze RG, Neitzel M, Sudau M, Wedemeier C. Technische Assistenzsysteme für ältere Menschen eine Zukunftsstrategie für die Bau- und Wohnungswirtschaft Wohnen für ein langes Leben - AAL [Report]. Berlin: GdW, Bundesverband deutscher Wohnungs- und Immobilienunternehmen e.V. 2014. Report No.: II 3-F20-12-1-079/SWD-10.08.18.7-12.49.
- [42] DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE. Die Deutsche Normungsroadmap AAL (Ambient Assisted Living) - Status, Trends und Perspektiven der Normung im AAL-Umfeld [Report]. Frankfurt a.M. (Deutschland): VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V. 2014. Report No.: 2.
- [43] Haux R, Koch S, Lovell NH, Marschollek M, Nakashima N, Wolf KH. Health-Enabling and Ambient Assistive Technologies: Past, Present, Future. *IMIA Yearbook* 2016; (Suppl. 1):S76–91.
- [44] Mielke C, Voss T, Haux R. Residence as a Diagnostic and Therapeutic Area - A Smart Home Approach. *Stud Health Technol Inform* 2017; 238:92–5.

-
- [45] Favela J, Kaye J, Skubic M, Rantz M, Tentori M. Living Labs for Pervasive Healthcare Research. *IEEE Pervasive Computing* April 2015; 14(2):86–9.
 - [46] Helal S, Bull CN. From Smart Homes to Smart-Ready Homes and Communities. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders* 2019; 47(3):157–63.
 - [47] Kidd CD, Orr R, Abowd GD, Atkeson CG, Essa IA, MacIntyre B, u. a. The Aware Home: A Living Laboratory for Ubiquitous Computing Research. In: Streitz NA, Siegel J, Hartkopf V, Konomi S, Herausgeber. *Cooperative Buildings. Integrating Information, Organizations, and Architecture*; Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 1999. S. 191–8.
 - [48] Chiriac S, Röhl N, Parada J, Rosales B. Towards combining validation concepts for short and long-term ambient health monitoring. In: *2012 6th International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare (PervasiveHealth) and Workshops*; Mai 2012. S. 268–74.
 - [49] Helal S, Mann W, El-Zabadani H, King J, Kaddoura Y, Jansen E. The Gator Tech Smart House: a programmable pervasive space. *Computer* 2005; 38(3):50–60.
 - [50] Mozer MC. Lessons from an Adaptive Home. In: Cook DJ, Das SK, Herausgeber. *Smart Environments: Technologies, Protocols, and Applications* Wiley-Blackwell; 2005. S. 271–94.
 - [51] Intille SS. Designing a home of the future. *IEEE Pervasive Computing* 2002; 1(2):76–82.
 - [52] Youngblood GM, Cook DJ, Holder LB. Managing Adaptive Versatile environments. *Pervasive and Mobile Computing* 2005; 1(4):373–403.
 - [53] Kleinberger T, Jedlitschka A, Storf H, Steinbach-Nordmann S, Prückner S. Evaluation of ADL detection in the EMERGE project. In: *3. Deutscher AAL-Kongress mit Ausstellung Assistenzsysteme im Dienste des Menschen - Zuhause und Unterwegs*, 26. - 27. Januar 2010 in Berlin, Tagungsbandbeiträge; Berlin: VDE-Verlag; 2010. S. 5.
 - [54] Mayer P, Panek P. An AAL approach to status and activity assessment by use of domain expert knowledge based on sparse nonintrusive sensors. In: *Ambient Assisted Living - AAL - 4. Deutscher Kongress: Demographischer Wandel - Assistenzsysteme aus der Forschung in den Markt*, 25.01.2011 - 26.01.2011 in Berlin; Berlin: VDE Verlag; 2011. S. 6.
 - [55] Munstermann M, Krüger C, Kemmerling M, Grabmaier A. SAMDY - Sensorbasiertes adaptives Monitoringsystem für die Verhaltensanalyse von Senioren [Report]. Duisburg: Fraunhofer-Institut für Mikroelektronische Schaltungen und Systeme; 2013. Report No.: 123587.
 - [56] Nick M, Becker M. A Hybrid Approach to Intelligent Living Assistance. In: *7th International Conference on Hybrid Intelligent Systems (HIS 2007)*; 2007. S. 283–9.
 - [57] Williams G, Doughty K, Bradley DA. A systems approach to achieving CarerNet-an integrated and intelligent telecare system. *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine* 1998; 2(1):1–9.
 - [58] Bouchard B, Giroux S, Bouzouane A. A Keyhole Plan Recognition Model For Alzheimer's Patients: First Results. *Applied Artificial Intelligence* 2007; 21(7):623–58.
 - [59] LeBellego G, Noury N, Virone G, Mousseau M, Demongeot J. A model for the measurement of patient activity in a hospital suite. *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*

Januar 2006; 10(1):92–9.

[60] Perry M, Dowdall A, Lines L, Hone K. Multimodal and ubiquitous computing systems: supporting independent-living older users. *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine* 2004; 8(3):258–70.

[61] Chan M, Campo E, Estève D. Assessment of activity of elderly people using a home monitoring system. *International Journal of Rehabilitation Research* 2005; 28(1)

[62] Nishida Y, Hori T, Suehiro T, Hirai S. Sensorized environment for self-communication based on observation of daily human behavior. In: *Proceedings. 2000 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS 2000)* (Cat. No.00CH37113); 2000. S. 1364–72 vol.2.

[63] Yamazaki T. The Ubiquitous Home. *International Journal of Smart Home* Januar 2007; 1(1):17–22.

[64] Tamura T, Kawarada A, Nambu M, Tsukada A, Sasaki K, Yamakoshi K-I. E-Healthcare at an Experimental Welfare Techno House in Japan. *Open Med Informat J* 2007; 1:1–7.

[65] Zupan A, Cugelj R, Hočevan F. Dom IRIS Smart Home. *Quark Magazine* 2008; Summer 2008:132–44.

[66] Ocepek J, Roberts AEK, Vidmar G. Evaluation of Treatment in the Smart Home IRIS in terms of Functional Independence and Occupational Performance and Satisfaction. *Computational and Mathematical Methods in Medicine* 2013; 2013:10.

[67] Kaye JA, Maxwell SA, Mattek N, Hayes TL, Dodge H, Pavel M, u. a. Intelligent Systems for Assessing Aging Changes: Home-Based, Unobtrusive, and Continuous Assessment of Aging. *The Journals of Gerontology: Series B* 2011; 66B:i180–90.

[68] Lyons BE, Austin D, Seelye A, Petersen J, Yeagers J, Riley T, u. a. Pervasive Computing Technologies to Continuously Assess Alzheimer’s Disease Progression and Intervention Efficacy. *Frontiers in Aging Neuroscience* 2015; 7:102.

[69] O’Mullane B, Bortz B, O’Hannlon A, Loane J, Knapp RB. Comparison of health measures to movement data in aware homes. In: *Proceedings of the Second international conference on Ambient Intelligence*; Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag; 2011. S. 290–4.

[70] Rantz MJ, Porter RT, Cheshier D, Otto D, Servey CH, Johnson RA, u. a. TigerPlace, A State-Academic-Private Project to Revolutionize Traditional Long-Term Care. *Journal of housing for the elderly* 2008; 22(1-2):66–85.

[71] Rantz MJ, Skubic M, Koopman RJ, Phillips L, Alexander GL, Miller SJ, u. a. Using sensor networks to detect urinary tract infections in older adults. In: *2011 IEEE 13th International Conference on e-Health Networking, Applications and Services*; 2011. S. 142–9.

[72] Marschollek M, Becker M, Bauer JM, Bente P, Dasenbrock L, Elbers K, u. a. Multimodal activity monitoring for home rehabilitation of geriatric fracture patients—feasibility and acceptance of sensor systems in the GAL-NATARS study. *Inform Health Soc Care* 2014; 39(3-4):262–71.

[73] Doyle J, Kealy A, Loane J, Walsh L, O’Mullane B, Flynn C, u. a. An integrated home-based self-management system to support the wellbeing of older adults. *Journal of Ambient Intelligence*

and Smart Environments 2014; 6(4):359–83.

[74] Cook DJ, Crandall AS, Thomas BL, Krishnan NC. CASAS: A smart home in a box. *Computer* 2013; 46(7):62–9.

[75] universAAL. universAAL IoT [Internet]. 2019 [zitiert 18. Juli 2019] Verfügbar unter: <https://www.universaal.info>

[76] Hanke S, Mayer C, Hoefftberger O, Boos H, Wichert R, Tazari M-R, u. a. universAAL - eine offene und konsolidierte AAL-Plattform. In: VDE, Herausgeber. Demographischer Wandel - Assistenzsysteme aus der Forschung in den Markt. Tagungsbeiträge : 4. Deutscher AAL-Kongress mit Ausstellung, 25. - 26. Januar 2011, Berlin; Berlin: Verband der Elektrotechnik, Elektronik, Informationstechnik; VDE-Verlag; 2011. S. 9.

[77] Eichelberg M, Hein A, Büsching F, Wolf L. The GAL middleware platform for AAL. In: The 12th IEEE International Conference on e-Health Networking, Applications and Services; 2010. S. 1–6.

[78] Borelli E, Paolini G, Antoniazzi F, Barbiroli M, Benassi F, Chesani F, u. a. HABITAT: An IoT Solution for Independent Elderly. *Sensors* 2019; 19(5)

[79] Ammenwerth E, Haux R. IT-Projektmanagement in Krankenhaus und GEsundheitswesen: Lehrbuch und Projektleitfaden Taktisches Management von Informationssystemen. Schattauer; 2005.

[80] Ishikawa K. What is total quality control? The Japanese way. Prentice-Hall; 1985.

[81] openEHR Specification Program. openEHR Architecture Overview [Internet]. Release 1.0.3. [Report]. Release 1.0.3. The openEHR Foundation; The openEHR Foundation; 2015. Report No.: Release 1.0.3. Verfügbar unter: http://www.openehr.org/releases/BASE/latest/docs/architecture__overview/architecture__overview.html

[82] Field MJ, Lohr KN, Guidelines CC, Medicine I. Guidelines for Clinical Practice: From Development to Use. National Academies Press; 1992.

[83] Bergman B, Neuhauser D, Provost L. Five main processes in healthcare: a citizen perspective. *BMJ Quality & Safety* 2011; 20(Suppl 1):i41–2.

[84] Mintzberg H, Glouberman S. Managing the care of health and the cure of disease–Part I: Differentiation. *Health Care Manage Rev* 2001; 26(1):56–69.

[85] Mintzberg H, Glouberman S. Managing the care of health and the cure of disease–Part II: Integration. *Health Care Manage Rev* 2001; 26(1):70–84.

[86] Simon M. Das Gesundheitssystem in Deutschland. 1. Aufl. Bern: Verlag Hans Huber; 2005.

[87] National Information Center on Health Services Research and Health Care Technology (NICHSR). HTA 101: II. FUNDAMENTAL CONCEPTS [Internet]. 2016 [zitiert 5. Januar 2016] Verfügbar unter: <https://www.nlm.nih.gov/nichsr/hta101/ta10104.html>

[88] Rector AL, Nowlan WA, Kay S. Foundations for an electronic medical record. *Methods Archive* 1991; 30(3):179–86.

- [89] Elstein AS, Shulman LS, Sprafka SA. Medical Problem Solving: An Analysis of Clinical Reasoning. Harvard University Press; 1978.
- [90] Lawson AE. The Generality of Hypothetico-Deductive Reasoning: Making Scientific Thinking Explicit. *The American Biology Teacher* 2000; 62(7):482–95.
- [91] Chen PP-S. The Entity-relationship Model—Toward a Unified View of Data. *ACM Trans. Database Syst.* März 1976; 1(1):9–36.
- [92] Lossack RS. Wissenschaftstheoretische Grundlagen für die rechnerunterstützte Konstruktion. Springer Berlin Heidelberg; 2006.
- [93] Field MJ, Lohr KN, Guidelines CAHC, Medicine I. Clinical Practice Guidelines: Directions for a New Program. National Academies Press; 1990.
- [94] Johnson PD, Tu SW, Musen MA, Purves I. A virtual medical record for guideline-based decision support. *Proceedings of the AMIA Symposium* 2001;:294–8.
- [95] Health Level Seven International. HL7 Reference Information Model [Internet]. [Website]; 2016 [zitiert 18. April 2016] Verfügbar unter: <http://www.hl7.org/implement/standards/rim.cfm>
- [96] Wang D, Peleg M, Tu SW, Boxwala AA, Greenes RA, Patel VL, u. a. Representation primitives, process models and patient data in computer-interpretable clinical practice guidelines:: A literature review of guideline representation models. *Int J Med Inform* Dezember 2002; 68(1–3):59–70.
- [97] Babbage C. On the Economy of Machinery and Manufactures. London: Charles Knight, Pall Mall East; 1832.
- [98] Glouberman S, Mintzberg H. Managing the care of health and the cure of disease—Part I: Differentiation. *Health Care Manage Rev* 2001; 26(1):56–69.
- [99] Klein MW, Malone MF, Bennis WG, Berkowitz NH. Problems of measuring patient care in the out-patient department. *Journal of Health and Human Behavior* 1961; 2(2):138–44.
- [100] Donabedian A. Evaluating the Quality of Medical Care. *The Milbank Quarterly* Dezember 2005; 83(4):691–729.
- [101] Hellström A, Lifvergren S, Quist J. Process management in healthcare: investigating why it's easier said than done. *Journal of Manufacturing Technology Management* 2010; 21(4):499–511.
- [102] van der Beek K, van der Beek G. Gesundheitsökonomik: Einführung. München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag; 2011.
- [103] Nagel E, others. Das Gesundheitswesen in Deutschland. Struktur, Leistungen, Weiterentwicklung. 4. Aufl. Deutscher Ärzte-Verlag Köln; 2007.
- [104] Schwartze J, Günther A, Wolf K-H, Haux R. Integration neuartiger Gesundheitsdatenquellen in präklinische Versorgungsprozesse. In: GMDS 2014, 59. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie e.V. (GMDS), Göttingen, 07.-10.09.2014; Düsseldorf: German Medical Science GMS Publishing House; September 2014. S. 543–5.

-
- [105] Haux R, Ammenwerth E, Buchauer A. Requirements Index for Information Processing in Hospitals [Report]. Department of Medical Informatics Institute for Medical Biometry; Informatics University of Heidelberg; 2001. Report No.: 1.0b.
 - [106] Goldmann FA. The Quality of medical care provided at the Labor Health Institute, St. Louis, Missouri. St. Louis: St. Louis Labor Health Institute. Labor Health Institute; 1954.
 - [107] Ludwig W. Ein Ansatz Zur Transinstitutionellen Geschäftsmodellierung Altersbezogener Hybrider Dienstleistungen Auf Basis Assistierender Gesundheitstechnologien [Dissertation]. Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät der Technischen Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig; Dissertation; 2012
 - [108] US Congress, Office of Technology Assessment. Health Care Technology and Its Assessment in Eight Countries. Washington, DC: US Government Printing Office; 1995.
 - [109] Wiktionary. Definition: Rolle [Internet]. 2016 [zitiert 3. Juni 2016] Verfügbar unter: <https://de.wiktionary.org/wiki/Rolle>
 - [110] Opitz M. Organisation integrierter Dienstleistungsinnovationssysteme: Ein rollenbasiertes Rahmenkonzept. Gabler Verlag; 2009.
 - [111] Baldwin JM. Social and Ethical Interpretations in Mental Development: A Study in Social Psychology. New York, London: The Macmillan company; 1906.
 - [112] Cooley CH. Human Nature and the Social Order. Transaction; 1992.
 - [113] Mead GH. Mind, self and society. Chicago: Chicago University of Chicago Press; 1934.
 - [114] Turner RH. Rollenübernahme: Prozeß versus Konformität. In: Auwärter M, Kirsch E, Schröter K, Herausgeber. Seminar: Kommunikation, Interaktion, Identität Suhrkamp; 1977. S. 115–39.
 - [115] Krappmann L. soziologische Dimensionen der Identität. Stuttgart; 1971.
 - [116] Fischer L. Rollentheorie. In: Frese E, Herausgeber. Enzyklopädie der Betriebswirtschaftslehre. Bd. 2. Handwörterbuch der Organisation. Stuttgart: Poeschel; 1992. S. 2224–34.
 - [117] Goode WJ. A Theory of Role Strain. American Sociological Review 1960; 25(4):483–96.
 - [118] Linton R. The study of man: an introduction. Appleton-Century; 1936.
 - [119] Linton R. Gesellschaft, Kultur und Individuum: interdisziplinäre sozialwissenschaftliche Grundbegriffe. Müller GH, Herausgeber. Frankfurt a.M.: S. Fischer; 1974.
 - [120] Bates FL. The structure of social systems. Harvey CC, Herausgeber. New York: Gardner; 1975.
 - [121] Sandhu RS, Coyne EJ, Feinstein HL, Youman CE. Role-based access control models. Computer 1996; (2):38–47.
 - [122] Winter A, Haux R. A three-level graph-based model for the management of hospital information systems. Methods of information in medicine September 1995; 34(4):378–96.
 - [123] Winter A, Brigl B, Wendt T. Modeling hospital information systems. Part 1: The revised three-layer graph-based meta model 3LGM2. Methods of information in medicine Januar 2003; 42(5):544–51.

- [124] Winter A, Haux R, Ammenwerth E, Brigl B, Hellrung N, Jahn F. Health Information Systems: Architectures and Strategies (Health Informatics). Springer; 2010.
- [125] Deiters W. Prozeßmodelle als Grundlage für ein systematisches Management von Geschäftsprozessen. Informatik Forschung und Entwicklung 1997; 12(2):52–60.
- [126] Weske M. Workflow Management Systems: Formal Foundation, Conceptual Design, Implementation Aspects [Habilitationsschrift]. [Münster]: Westfälische Wilhelms-Universität Münster; 1999
- [127] Bott OJ. Zur Architektur vorgangsunterstützender Informationssysteme im Krankenhaus : der Leistungsprozess im Krankenhaus und seine informationstechnische Unterstützung [Dissertation]. [Braunschweig]: Technische Universität Braunschweig; 2001
- [128] Zisman MD. Representation, Specification And Automation Of Office Procedures. ProQuest Dissertations and Theses. Ann Arbor, Pennsylvania, United States: University of Pennsylvania; ProQuest Dissertations Publishing; 1977. S. 236.
- [129] Cook CL. Streamlining Office Procedures: An Analysis Using the Information Control Net Model. In: Proceedings of the May 19-22, 1980, National Computer Conference; New York, NY, USA: ACM; 1980. S. 555–65.
- [130] Ellis CA. Information Control Nets: A Mathematical Model of Office Information Flow. In: Proceedings of the Conference on Simulation, Measurement and Modeling of Computer Systems; Boulder, Colorado: ACM Press; 1979. S. 225–40.
- [131] Holt AW. Coordination technology and Petri nets. In: Rozenberg G, Herausgeber. Advances in Petri Nets 1985 Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 1986. S. 278–96.
- [132] Allweyer T, Scheer A. Modellierung und Gestaltung adaptiver Geschäftsprozesse. Veröffentlichungen des Instituts für Wirtschaftsinformatik der Universität des Saarlandes 1995; 115:26.
- [133] Harrington HJ. Business process improvement : the breakthrough strategy for total quality, productivity, and competitiveness. New York: McGraw-Hill; 1991.
- [134] Merton RK. The role-set: Problems in sociological theory. The British Journal of Sociology 1957; 8(2):106–20.
- [135] Hoare CAR. Structured Programming. In: Dahl OJ, Dijkstra EW, Hoare CAR, Herausgeber. London, UK, UK: Academic Press Ltd. 1972. S. 83–174.
- [136] Winter A, Alt R, Ehmke J, Haux R, Ludwig W, Mattfeld D, u. a. Manifest–Kundeninduzierte Orchestrierung komplexer Dienstleistungen. Informatik–Spektrum 2012; 35(6):399–408.
- [137] Schwartze J, Schrom H, Wolf K-H, Marschollek M. Facilitating Inter-Domain Synergies in Ambient Assisted Living Environments. Stud Health Technol Inform 2016; 228:476–80.
- [138] Schrom H, Michaels T, Stein S, Ernst R. SmallCAN - A Reliable, Low-Power and Low-Cost Distributed Embedded System for Energy Efficient Building Automation. In: ENERGY 2011, The First International Conference on Smart Grids, Green Communications and IT Energy-aware Technologies from May 22, 2011 to May 27, 2011; Venice/Mestre, Italy; 2011. S. 13–8.

-
- [139] Lee YT. Information modeling: From design to implementation. In: Proceedings of the second world manufacturing congress; 1999. S. 315–21.
 - [140] Memon M, Wagner SR, Pedersen CF, Beevi FHA, Hansen FO. Ambient assisted living healthcare frameworks, platforms, standards, and quality attributes. *Sensors* (Basel, Switzerland) März 2014; 14(3):4312–41.
 - [141] Klein M, Schmidt A, Lauer R. Ontology-Centred Design of an Ambient Middleware for Assisted Living: The Case of SOPRANO. In: Kirste T, König-Ries B, Salomon R, Herausgeber. Towards Ambient Intelligence: Methods for Cooperating Ensembles in Ubiquitous Environments (AIM-CU), 30th Annual German Conference on Artificial Intelligence (KI 2007), Osnabrück, September 10, 2007; 2007.
 - [142] Kambur D, Roantree M, Murphy J. An Object Model for Sensor Data Integration. *Journal of Object Technology* November 2008; 7(8):97–117.
 - [143] Wolf P, Schmidt A, Klein M. Applying Semantic Technologies for Context-Aware AAL Services: What we can learn from SOPRANO. In: Workshop on Applications of Semantic Technologies 09, Informatik 2009; GI; 2009.
 - [144] Chen L, Nugent C, Mulvenna M, Finlay D, Hong X. Semantic Smart Homes: Towards Knowledge Rich Assisted Living Environments. In: McClean S, Millard P, El-Darzi E, Nugent C, Herausgeber. Intelligent Patient Management Springer Berlin Heidelberg; 2009. S. 279–96.
 - [145] Haux R, Ammenwerth E, Winter A, Brigl B. Strategic Information Management in Hospitals: An Introduction to Hospital Information Systems. New York: Springer; 2004.
 - [146] Belbachir NA, Drobits M, Marschitz W. Ambient Assisted Living for ageing well – an overview. *e & i Elektrotechnik und Informationstechnik* 2010; 127(7):200–5.
 - [147] Wolf P, Schmidt A, Klein M. SOPRANO - An extensible, open AAL platform for elderly people based on semantical contracts. In: 3rd Workshop on Artificial Intelligence Techniques for Ambient Intelligence (AITAmI'08), 18th European Conference on Artificial Intelligence (ECAI 08), Patras, Greece; 2008.
 - [148] Pereira R, Barros C, Pereira S, Mendes PM, Silva CA. A middleware for intelligent environments in ambient assisted living. In: Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), 2014 36th Annual International Conference of the IEEE; August 2014. S. 5924–7.
 - [149] Schwartz J, Jansen L, Schrom H, Marschollek M. Konzeption einer Gewerkeübergreifenden Infrastruktur zur Gebäudeautomatisierung – Ein Blick auf das BASIS Projekt aus der AAL-Perspektive. In: GMDS 2015. 60. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie e.V. (GMDS). Krefeld, 6.-09.09.2015. Düsseldorf: German Medical Science GMS Publishing House; 2015. S. 259.
 - [150] Stefanov DH, Bien Z, Bang W-C. The smart house for older persons and persons with physical disabilities: structure, technology arrangements, and perspectives. *Neural Systems and Rehabilitation Engineering, IEEE Transactions on* 2004; 12(2):228–50.
 - [151] Schwartz J, Jansen L, Schrom H, Wolf KH, Haux R, Marschollek M. An HL7-FHIR-based

Object Model for a Home-Centered Data Warehouse for Ambient Assisted Living Environments. *Stud Health Technol Inform* 2015; 216:1060.

[152] Health Level 7 (HL7). FHIR Specification Homepage [Internet]. 2014 [zitiert 12. Dezember 2014] Verfügbar unter: <http://www.hl7.org/implement/standards/fhir/>

[153] Lepsien J. Konzeption und Implementierung eines grafischen Softwareproduktes zur Instanziierung eines standardkonformen Informationsmodells für gewerkeübergreifende Hausautomatisierungssysteme am Beispiel des Projektes BASIS [Bachelorarbeit]. [Braunschweig]: Peter L. Reichertz Institut für Medizinische Informatik der Technischen Universität Braunschweig und der Medizinischen Hochschule Hannover; 2016

[154] ISO IEEE. Standard for ISO/IEEE Health Informatics - Point-of-care medical device communication - Part 10201: Domain information model. ISO/IEEE 11073-10201:2004(E) Januar 2005;:1–183.

[155] Gövercin M, Meyer S, Schellenbach M, Steinhagen-Thiessen E, Weiss B, Haesner M. Smart-Senior@home: Acceptance of an integrated ambient assisted living system. Results of a clinical field trial in 35 households. *Informatics for Health and Social Care* 2016; 41(4):430–47.

[156] Hailey D, Roine R, Ohinmaa A. Systematic review of evidence for the benefits of telemedicine. *Journal of Telemedicine and Telecare* 2002; 8(suppl 1):1–7.

[157] Chan M, Estève D, Escriba C, Campo E. A review of smart homes - Present state and future challenges. *Computer Methods and Programs in Biomedicine* 2008; 91(1):55–81.

[158] Eichelberg M, Büsching F, Steen E-E, Helmer A, Thiel A, Hein A, u. a. A technical platform for environments for ageing—lessons learned from three field studies. *Informatics for health & social care* 2014; 39(3-4):272–93.

[159] Virone G, Noury N, Demongeot J. A system for automatic measurement of circadian activity deviations in telemedicine. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering* Dezember 2002; 49(12):1463–9.

[160] KNX. Information technology – Home electronic systems (HES) architecture [Report]. ISO/IEC JTC 1/SC 25 Interconnection of information technology equipment; 2006. Report No.: 14543-3-x.

[161] Celler BG, Hesketh T, Earnshaw W, Ilisar E. An instrumentation system for the remote monitoring of changes in functional health status of the elderly at home. In: *Proceedings of 16th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*; IEEE; 1994. S. 908–9.

[162] Lin Y-J, Latchman HA, Lee M, Katar S. A power line communication network infrastructure for the smart home. *IEEE Wireless Communications* Dezember 2002; 9(6):104–11.

[163] Nef T, Urwyler P, Büchler M, Tarnanas I, Stucki R, Cazzoli D, u. a. Evaluation of Three State-of-the-Art Classifiers for Recognition of Activities of Daily Living from Smart Home Ambient Data. *Sensors (Basel, Switzerland)* Mai 2015; 15(5):11725–40.

[164] Dasios A, Gavalas D, Pantziou G, Konstantopoulos C. Hands-On Experiences in Deploying Cost-Effective Ambient-Assisted Living Systems. *Sensors* Juni 2015; 15(6):14487–512.

- [165] Bundesdatenschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 14. Januar 2003 (BGBl. I S. 66), das zuletzt durch Artikel 7 des Gesetzes vom 30. Juni 2017 (BGBl. I S. 2097) geändert worden ist.
- [166] Council of the European Union. REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on the protection of natural persons with regard to the processing of personal data and on the free movement of such data, and repealing Directive 95/46/EC (General Data Protection Regulation) [Report]. Brussels: Europäische Union; 2016. Report No.: 5419/16.
- [167] Kohlmann M, Gietzelt M, Haux R, Song B, Wolf K-H, Marschollek M. A methodological framework for the analysis of highly intensive, multimodal and heterogeneous data in the context of health-enabling technologies and ambient-assisted living. *Informatics for Health and Social Care* 2014; 39(3-4):294–304.
- [168] Haux R. Technische Systeme im Pflege- und Versorgungsmix für ältere Menschen. In: Block J, Hagen C, Berner F, Herausgeber. *Expertisen zum Siebten Altenbericht der Bundesregierung* Berlin: Deutsches Zentrum für Altersfragen; 2016.
- [169] Steckler B. Gewährleistung der Vertraulichkeit und Integrität informationstechnischer Systeme. Bielefeld: FH Bielefeld, University of Applied Sciences, FB Wirtschaft und Gesundheit; 2016 S. 21.
- [170] Ahmed A, Ploennigs J, Menzel K, Cahill B. Multi-dimensional building performance data management for continuous commissioning. *Advanced Engineering Informatics* November 2010; 24(4):466–75.
- [171] Chute CG, Beck SA, Fisk TB, Mohr DN. The Enterprise Data Trust at Mayo Clinic: a semantically integrated warehouse of biomedical data. *Journal of the American Medical Informatics Association : JAMIA* 2010; 17(2):131–5.
- [172] Haarbrandt B, Tute E, Marschollek M. Automated population of an i2b2 clinical data warehouse from an openEHR-based data repository. *Journal of Biomedical Informatics* 2016; 63(Supplement C):277–94.
- [173] Evans RS, Lloyd JF, Pierce LA. Clinical Use of an Enterprise Data Warehouse. *AMIA Annual Symposium Proceedings* 2012; 2012:189–98.
- [174] Lowe HJ, Ferris TA, Hernandez PM, Weber SC. STRIDE –An Integrated Standards-Based Translational Research Informatics Platform. *AMIA Annual Symposium Proceedings* 2009; 2009:391–5.
- [175] Danciu I, Cowan JD, Basford M, Wang X, Saip A, Osgood S, u. a. Secondary use of clinical data: The Vanderbilt approach. *Journal of Biomedical Informatics* 2014; 52(Supplement C):28–35.
- [176] Johanniter-Unfall-Hilfe e.V. MoCaB – Verlässliche Unterstützung für Pflegende Angehörige [Internet]. [Internet]; 2016 [zitiert 10. Dezember 2017] Verfügbar unter: <http://mocab-projekt.de>
- [177] Schrom H, Schwartz J, Diekmann S. Building Automation by an Intelligent Embedded Infrastructure: Combining Medical, Smart Energy, Smart Environment and Heating. In: *Proc Int Smart Cities Conf*; 2017. S. 113–7.

- [178] Stenecker S. Binary JSON Specification Version 1.1 [Internet]. 2017 [zitiert 7. Dezember 2017] Verfügbar unter: <http://bsonspec.org>
- [179] The HDF Group. Hierarchical Data Format [Internet]. 2006 [zitiert 10. Dezember 2017] Verfügbar unter: <https://www.hdfgroup.org>
- [180] Radvanszky A. Die Alzheimer Demenz als soziologische Diagnose. Jahrbuch für Kritische Medizin und Gesundheitswissenschaften 2011. S. 122–46.
- [181] Schölzel-Dorenbos CJM, Draskovic I, Vernooij-Dassen MJ, Olde Rikkert MGM. Quality of life and burden of spouses of Alzheimer disease patients. *Alzheimer Disease and Associated Disorders* 2009; 23(2):171–7.
- [182] Allwicher V. Welche Beratung brauchen pflegende Angehörige? Konzeption bedürfnisorientierten Angehörigenberatung aus pflegewissenschaftlicher Perspektive. Norderstedt; 2009.
- [183] Wolff D, Behrends M, Kupka T, Krückeberg J, Rutz M, Schmeer R, u. a. Mobile Care Backup (MoCaB) – Verlässliche mobile Begleitung für pflegende Angehörige. In: 62. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie e.V. (GMDS). Oldenburg, 17.-21.09.2017; Düsseldorf: German Medical Science GMS Publishing House; 2017. S. DocAbstr. 153.
- [184] Wolff D, Schwartz J, Franz S, Behrends M, Krückeberg J, Kupka T, u. a. Automatic detection of nursing activities in home care with portable and ambient sensors. In: Scott PJ, Cornet R, McCowan C, Peek N, Fraccaro P, Geifman N, u. a., Herausgeber. *Informatics for Health 2017: Advancing both science and practice*; Manchester, UK: BCS, The Chartered Institute for IT; 2017. S. 105–6.
- [185] Alirezaie M, Renoux J, Köckemann U, Kristoffersson A, Karlsson L, Blomqvist E, u. a. An Ontology-based Context-aware System for Smart Homes: E-care@home. *Sensors* 2017; 17(7)
- [186] Bekiaris E, Bonfiglio S. The OASIS Concept. In: Stephanidis C, Herausgeber. *Universal Access in Human-Computer Interaction. Addressing Diversity*; Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2009. S. 202–9.
- [187] Tazari M-R, Furfari F, Ramos J-PL, Ferro E. The PERSONA Service Platform for AAL Spaces. In: Nakashima H, Aghajani H, Augusto JC, Herausgeber. *Handbook of Ambient Intelligence and Smart Environments* Boston, MA: Springer US; 2010. S. 1171–99.
- [188] Storf H, Kleinberger T, Becker M, Schmitt M, Bomarius F, Prueckner S. An Event-Driven Approach to Activity Recognition in Ambient Assisted Living. In: Tscheligi M, Ruyter B de, Markopoulos P, Wichert R, Mirlacher T, Meschterjakov A, u. a., Herausgeber. *Ambient Intelligence*; Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2009. S. 123–32.
- [189] Busemann C, Kuka C, Westermann U, Boll S, Nicklas D. SCAMPI-Sensor Configuration and Aggregation Middleware for Multi Platform Interchange. In: Fischer S, Maehle E, Reischuk R, Herausgeber. *INFORMATIK 2009 - Im Focus das Leben: Beiträge der 39. Jahrestagung*, 28.9. – 2.10.2009 in Lübeck; Bonn: Gesellschaft für Informatik e.V. (GI); 2009. S. 2084–97.
- [190] Choi N, Song I-Y, Han H. A survey on ontology mapping. *ACM Sigmod Record* 2006; 35(3):34–41.

-
- [191] Fernandez-Lopez M, Gomez-Perez A, Juristo N. Methontology - from ontological art towards ontological engineering. In: AAAI Technical Report SS-97-06; AAAI; American Association for Artificial Intelligence; 1997. S. 33–40.
 - [192] Su X, Gulla JA. Semantic enrichment for ontology mapping. Trondheim, Norway: Department of Computer; Information Science Norwegian University of Science; Technology; 2004.
 - [193] RDF Working Group. Resource Description Framework (RDF) [Internet]. 2014 [zitiert 11. Dezember 2017] Verfügbar unter: <https://www.w3.org/RDF/>
 - [194] Burkert C. Privacy-by-Design in der Produktentwicklung - Ansätze für eine praktische Umsetzung. Bielefeld: Universität Hamburg, Arbeitsgruppe Security; Privacy; 2016
 - [195] Gaus W, Haux R, Knaup-Gregori P, Pfeiffer K-P, Leiner F. Medizinische Dokumentation. 6. Aufl. Stuttgart: Schattauer GmbH; 2012.
 - [196] Lave J, Wenger E. Legitimate peripheral participation in communities of practice. Supporting lifelong learning 2002; 1:111–26.
 - [197] Li LC, Grimshaw JM, Nielsen C, Judd M, Coyte PC, Graham ID. Use of communities of practice in business and health care sectors: A systematic review. Implement Sci 2009; 4(27):16.
 - [198] Mulvenna M, Carswell W, McCullagh P, Augusto JC, Zheng H, Jeffers P, u. a. Visualization of data for ambient assisted living services. IEEE Communications Magazine 2011; 49(1)
 - [199] Widerspan J. Visualisierung komplexer Datenmodelle in Ambient Assisted Living Umgebungen: Systematisches Review, Konzeption und Evaluation [Masterarbeit]. [Braunschweig (DE)]: Technische Universität Braunschweig; 2016
 - [200] Pinker S. A theory of graph comprehension. In: Freedle RO, Herausgeber. Artificial intelligence and the future of testing Erlbaum, Hillsdale, NJ: Psychology Press; 1990. S. 73–126.
 - [201] Zhang J, Walji MF. TURF: toward a unified framework of EHR usability. Journal of biomedical informatics 2011; 44(6):1056–67.
 - [202] Shneiderman B, Plaisant C. Designing The User Interface. Sullivan SH, Herausgeber. 4. Aufl. Addison Wesley; 2005.
 - [203] Nielsen J, Molich R. Heuristic Evaluation of User Interfaces. In: Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems; New York, NY, USA: ACM; 1990. S. 249–56.
 - [204] Wickens CD, Carswell CM. The proximity compatibility principle: its psychological foundation and relevance to display design. Human factors 1995; 37(3):473–94.
 - [205] Zulas AL. Graphically visualizing quantitative smart home data [Dissertation]. [Washington, DC (USA)]: Washington State University, Department Of Psychology; Washington State University; 2014
 - [206] IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers). IEEE Xplore Digital Library [Internet, zitiert am 26.03.2018] [Internet]. New York; 2018 Verfügbar unter: <http://intl.ieeexplore.ieee.org/>

- [207] National Center for Biotechnology Information. Pubmed [Internet, zitiert am 26.03.2018] [Internet]. Bethesda: U.S. National Library of Medicine at the National Institutes of Health; 2018 Verfügbar unter: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>
- [208] Association for Computer Machinery. ACM Digital Library [Internet, zitiert am 26.03.2018] [Internet]. NewYork; 2018 Verfügbar unter: <http://dl.acm.org>
- [209] SciVerse. ScienceDirect [Internet, zitiert am 26.03.2018] [Internet]. NewYork: Elsevier B.V. 2018 Verfügbar unter: <http://www.sciencedirect.com/>
- [210] Springer Nature. SpringerLink [Internet, zitiert am 26.03.2018] [Internet]. Cham, Switzerland: Springer International Publishing AG; 2018 Verfügbar unter: <https://link.springer.com>
- [211] Rodriguez MD, Garcia-Vazquez JP, Andrade AG. Design Dimensions of Ambient Information Systems to Facilitate the Development of AAL Environments. In: Proceedings of the 4th International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments; New York, NY, USA: ACM; 2011. S. 4:1–7.
- [212] Gao T, Massey T, Sarrafzadeh M, Selavo L, Welsh M. Participatory User Centered Design Techniques for a Large Scale Ad-hoc Health Information System. In: Proceedings of the 1st ACM SIGMOBILE International Workshop on Systems and Networking Support for Healthcare and Assisted Living Environments; New York, NY, USA: ACM; 2007. S. 43–8.
- [213] Kascak L, Rébola CB, Braunstein R, Sanford JA. Icon Design for User Interface of Remote Patient Monitoring Mobile Devices. In: Proceedings of the 31st ACM International Conference on Design of Communication; New York, NY, USA: ACM; 2013. S. 77–84.
- [214] Kascak LR, Rébola CB, Sanford JA. Integrating Universal Design (UD) Principles and Mobile Design Guidelines to Improve Design of Mobile Health Applications for Older Adults. In: 2014 IEEE International Conference on Healthcare Informatics; 2014. S. 343–8.
- [215] Bhatt BMR, Kar G, Shashank S, Somarajan S. Designing Interfaces for Healthcare Workers: A Case Study of the Electronic Partogram. In: Proceedings of the 11th Asia Pacific Conference on Computer Human Interaction; New York, NY, USA: ACM; 2013. S. 187–91.
- [216] Abib JC, Anacleto JC. Integrating Contexts in Healthcare: Guidelines to Help the Designers at Design Process. In: Proceedings of the 30th Annual ACM Symposium on Applied Computing; New York, NY, USA: ACM; 2015. S. 182–4.
- [217] Vadaliya P, Laroia M, Kar G. InterCARE: A Cloud Computing Patient Care System. In: Proceedings of the India HCI 2014 Conference on Human Computer Interaction; New York, NY, USA: ACM; 2014. S. 96:96–96:101.
- [218] Thai L, Blaine R, Daisy Y, Rafae A, J. TH, George D. An Evaluation of Wellness Assessment Visualizations for Older Adults. *Telemedicine and e-Health* 2015; 21(1):9–15.
- [219] Doherty G, Coyle D, Matthews M. Design and evaluation guidelines for mental health technologies. *Interacting with Computers* 2010; 22(4):243–52.
- [220] Vastenburger MH, Visser T, Vermaas M, Keyson DV. Designing Acceptable Assisted Living Services for Elderly Users. In: Aarts E, Crowley JL, Ruyter B de, Gerhäuser H, Pflaum A, Schmidt

J, u. a., Herausgeber. Ambient Intelligence; Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2008. S. 1–12.

[221] Rashidi P, Mihailidis A. A Survey on Ambient-Assisted Living Tools for Older Adults. *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics* Mai 2013; 17(3):579–90.

[222] Garrido JE, Penichet VMR, Lozano MD, Quigley A, Kristensson PO. AwToolkit: Attention-aware User Interface Widgets. In: *Proceedings of the 2014 International Working Conference on Advanced Visual Interfaces*; New York, NY, USA: ACM; 2014. S. 9–16.

[223] Doyle J, Caprani N, Bond R. Older Adults' Attitudes to Self-management of Health and Wellness Through Smart Home Data. In: *Proceedings of the 9th International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare*; ICST, Brussels, Belgium, Belgium: ICST (Institute for Computer Sciences, Social-Informatics; Telecommunications Engineering); 2015. S. 129–36.

[224] Sheahen M, Skubic M. Design and Usability of a Smart Home Sensor Data User Interface for a Clinical and Research Audience. In: Bodine C, Helal S, Gu T, Mokhtari M, Herausgeber. *Smart Homes and Health Telematics*; Cham: Springer International Publishing; 2015. S. 13–20.

[225] Wang S, Skubic M, Zhu Y. Activity Density Map Visualization and Dissimilarity Comparison for Eldercare Monitoring. *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine* 2012; 16(4):607–14.

[226] Synnott J, Chen L, Nugent CD, Moore G. Flexible and customizable visualization of data generated within Intelligent Environments. In: *2012 Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*; August 2012. S. 5819–22.

[227] Rashidi P, Cook DJ. Mining and Monitoring Patterns of Daily Routines for Assisted Living in Real World Settings. In: *Proceedings of the 1st ACM International Health Informatics Symposium*; New York, NY, USA: ACM; 2010. S. 336–45.

[228] Chen C, Dawadi P. CASASviz: Web-based visualization of behavior patterns in smart environments. In: *2011 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops (PERCOM Workshops)*; 2011. S. 301–3.

[229] Wilson M, Doyle J, McTaggart G. Designing Stress Management Interventions for Older Adults to Improve Wellbeing. In: *Proceedings of the 2015 British HCI Conference*; New York, NY, USA: ACM; 2015. S. 307–8.

[230] Sharmin M, Raji A, Epstien D, Nahum-Shani I, Beck JG, Vhaduri S, u. a. Visualization of Time-series Sensor Data to Inform the Design of Just-in-time Adaptive Stress Interventions. In: *Proceedings of the 2015 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing*; New York, NY, USA: ACM; 2015. S. 505–16.

[231] Le T, Reeder B, Thompson H, Demiris G. Health Providers' Perceptions of Novel Approaches to Visualizing Integrated Health Information. *Methods of information in medicine* Mai 2013; 52(3):250–8.

[232] Le T, Thompson HJ, Demiris G. A Comparison of Health Visualization Evaluation Techniques with Older Adults. *IEEE Computer Graphics and Applications* 2016; 36(4):67–77.

- [233] Juarez JM, Ochotorena JM, Campos M, Combi C. Multiple Temporal Axes for Visualising the Behaviour of Elders Living Alone. In: 2013 IEEE International Conference on Healthcare Informatics; 2013. S. 387–95.
- [234] Doyle J, O’Mullane B, McGee S, Knapp RB. YourWellness: Designing an Application to Support Positive Emotional Wellbeing in Older Adults. In: Proceedings of the 26th Annual BCS Interaction Specialist Group Conference on People and Computers; Swinton, UK, UK: British Computer Society; 2012. S. 221–6.
- [235] Nam Y, Rho S, Lee S. Extracting and visualising human activity patterns of daily living in a smart home environment. *IET Communications* 2011; 5(17):2434–2442(8).
- [236] Caprani N, Doyle J, Komaba Y, Inomata A. Exploring Healthcare Professionals’ Preferences for Visualising Sensor Data. In: Proceedings of the 2015 British HCI Conference; New York, NY, USA: ACM; 2015. S. 26–34.
- [237] Weegen S van der, Verwey R, Spreeuwenberg M, Tange H, Weijden T van der, Witte L de. The Development of a Mobile Monitoring and Feedback Tool to Stimulate Physical Activity of People With a Chronic Disease in Primary Care: A User-Centered Design. Eysenbach G, Herausgeber. *JMIR mHealth and uHealth* 2013; 1(2):e8.
- [238] Loane J, O’Mullane B, Bortz B, Knapp RB. Interpreting presence sensor data and looking for similarities between homes using cluster analysis. In: 2011 5th International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare (PervasiveHealth) and Workshops; Mai 2011. S. 438–45.
- [239] Elbayoudi A, Lotfi A, Langensiepen C, Appiah K. Modelling and Simulation of Activities of Daily Living Representing an Older Adult’s Behaviour. In: Proceedings of the 8th ACM International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments; New York, NY, USA: ACM; 2015. S. 67:1–8.
- [240] Huh J, Le T, Reeder B, Thompson HJ, Demiris G. Perspectives on wellness self-monitoring tools for older adults. *Int J Med Inform* 2013; 82(11):1092–103.
- [241] Alexander GL, Wakefield BJ, Rantz M, Skubic M, Aud MA, Erdelez S, u. a. Passive Sensor Technology Interface to Assess Elder Activity in Independent Living. *Nursing Research* 2011; 60(5):318–25.
- [242] Kleinberger T, Becker M, Ras E, Holzinger A, Müller P. Ambient Intelligence in Assisted Living: Enable Elderly People to Handle Future Interfaces. In: Stephanidis C, Herausgeber. *Universal Access in Human-Computer Interaction. Ambient Interaction*; Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2007. S. 103–12.
- [243] Doyle J, Walsh L, Sassu A, McDonagh T. Designing a Wellness Self-management Tool for Older Adults: Results from a Field Trial of YourWellness. In: Proceedings of the 8th International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare; ICST, Brussels, Belgium, Belgium: ICST (Institute for Computer Sciences, Social-Informatics; Telecommunications Engineering); 2014. S. 134–41.

-
- [244] Bootstrap. Bootstrap Homepage [Internet]. 2018 [zitiert 17. April 2018] Verfügbar unter: <https://getbootstrap.com>
- [245] Google Developers. Google Charts [Internet]. [zitiert 17. April 2018] Verfügbar unter: <https://developers.google.com/chart/>
- [246] Bostock M. D3.js - Data-Driven Documents [Internet]. 2017 [zitiert 17. April 2018] Verfügbar unter: <https://d3js.org>
- [247] Apple Inc. HealthKit - Apple Developer [Internet]. 2008 [zitiert 9. Mai 2018] Verfügbar unter: <https://developer.apple.com/healthkit/>
- [248] Schrom H, Pfeiffer A. SCANTool [Software] [Report]. Technische Universität Braunschweig: Institut für Datentechnik und Kommunikationsnetze; 2008. Report No.: Revision 12596.
- [249] Plischke M, Wagner M, Haarbrandt B, Rochon M, Schwartz J, Tute E, u. a. The Lower Saxony Bank of Health. Rationale, Principles, Services, Organization and Architectural Framework. *Methods of Information in Medicine* 2014; 53(2):73–81.
- [250] Zainol Z, Wang B. GN-DTD: Graphical Notations for Describing XML Documents. In: Second International Conference on Advances in Databases, Knowledge, and Data Applications; 2010. S. 214–21.
- [251] Schwartz J, Haarbrandt B, Rochon M, Wagner M, Haux R, Kleinschmidt T, u. a. Design and implementation of an informed consent process for a standardized health information exchange solution on the example of the lower saxony bank of health. *Stud Health Technol Inform* 2013; 192:318–22.
- [252] Seidel C, Schmücker P, Brandner A, Bosk J, Schwartz J, Braitsch H. Benutzerfreundliche und wirtschaftliche Gestaltung von Signaturprozessen im Gesundheitswesen. In: Goltz U, Magnor M, Appelrath H-J, Matthies HK, Balke W-T, Wolf L, Herausgeber. *INFORMATIK 2012*; Bonn: Gesellschaft für Informatik; 2012. S. 1685–94.
- [253] Seidel C, Brandner A, Balfanz J, Bosk J, Schwartz J, Braitsch H, u. a. Empfehlungen für den Einsatz elektronischer Signaturen und weiterer Sicherungsmechanismen in Dokumentations-, Kommunikations- und Archivierungsprozessen des Gesundheitswesens. Aachen: Shaker; 2013.
- [254] Schwartz J. Geeignetes Authentifizierungsverfahren Theoretische Untersuchung und Realisierung für Sicherungsverfahren in PDMS [Masterarbeit]. Technische Universität Braunschweig; 2012
- [255] Kalbach J, Bosenick T. Web Page Layout: A Comparison Between Left- and Right-justified Site Navigation Menus. *Journal of Digital Information* 2006; 4(1)
- [256] Garg AX, Adhikari NKJ, McDonald H, Rosas-Arellano MP, Devereaux PJ, Beyene J, u. a. Effects of Computerized Clinical Decision Support Systems on Practitioner Performance and Patient OutcomesA Systematic Review. *JAMA* März 2005; 293(10):1223–38.
- [257] Sinha IP, Neame MT, Surace AE, Chacko J, Hawcutt DB. A systematic review of the effects of implementing clinical pathways supported by health information technologies. *Journal of the American Medical Informatics Association* Februar 2019; 26(4):356–63.

- [258] Wulff A, Haarbrandt B, Tute E, Marschollek M, Beerbaum P, Jack T. An interoperable clinical decision-support system for early detection of SIRS in pediatric intensive care using openEHR. *Artificial Intelligence in Medicine* 2018; 89:10–23.
- [259] Marschollek M. Decision support at home (DS@HOME)–system architectures and requirements. *BMC medical informatics and decision making* Mai 2012; 12:43–3.
- [260] Baumgartel D, Mielke C, Haux R. A Review of Decision Support Systems for Smart Homes in the Health Care System. *Stud Health Technol Inform* 2018; 247:476–80.
- [261] HL7. The Arden Syntax for Medical Logic Systems [Report]. Health Level Seven International; 2012. Report No.: Version 2.8.
- [262] Gietzelt M, Goltz U, Grunwald D, Lochau M, Marschollek M, Song B, u. a. Arden2ByteCode: A one-pass Arden Syntax compiler for service-oriented decision support systems based on the OSGi platform. *Computer Methods and Programs in Biomedicine* 2012; 106(2):114–25.
- [263] Ärztliche Leiter Rettungsdienst in der Expertengruppe Notruf. Entwicklung von Qualitätsindikatoren bei Notruf über 112 [Empfehlung] [Report]. Bundesversammlung der ÄLRD; 2013.
- [264] Wolf K-H, Motylewski P, Günther A. Entwicklung und Evaluation eines Softwareprototypen als Strukturierungshilfe für Notrufgespräche in Rettungsleitstellen. In: Handels H, Ingenerf J, Herausgeber. Tagungsband der 58. gmds Jahrestagung, 01.-05.09.2013, Lübeck; 2013. S. 106–7.
- [265] Valle ED, Ceri S, Harmelen F v., Fensel D. It's a Streaming World! Reasoning upon Rapidly Changing Information. *IEEE Intelligent Systems* November 2009; 24(6):83–9.
- [266] De Brouwer M, Ongenaë F, Bonte P, De Turck F. Towards a Cascading Reasoning Framework to Support Responsive Ambient-Intelligent Healthcare Interventions. *Sensors* 2018; 18(10)
- [267] Ghayvat H, Awais M, Pandya S, Ren H, Akbarzadeh S, Chandra Mukhopadhyay S, u. a. Smart Aging System: Uncovering the Hidden Wellness Parameter for Well-Being Monitoring and Anomaly Detection. *Sensors* 2019; 19(4)
- [268] Haux R. Medical informatics: Past, present, future. *Int J Med Inform* 2010; 79(9):599–610.
- [269] Haux R, Koch S, Lovell NH, Marschollek M, Nakashima N, Wolf KH. Health-Enabling and Ambient Assistive Technologies: Past, Present, Future. *Yearb Med Inform* Juni 2016; 25(Suppl. 1)
- [270] The European Parliament And The Council Of The European Union. REGULATION (EU) 2017/745 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 5 April 2017 on medical devices [Report]. Official Journal of the European Union. Brussels: European Union; 2017. Report No.: 2017/745.
- [271] Schwartz J, Wolf K-H, Rochon M, Haarbrandt B, Wagner M, Bannenberg U, u. a. Die Rollende Arztpraxis – Unterstützung der medizinischen Versorgung in ländlichen Gebieten. In: 58. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie (GMDS) e.V. 2013.
- [272] Van den Berg N, Meinke C, Heymann R, Fiß T, Suckert E, Pöller C, u. a. AGnES: Hausarztunterstützung durch qualifizierte Praxismitarbeiter. *Deutsches Ärzteblatt* 2009; 106(1-2):3–9.

- [273] Podsiadlo D, Richardson S. The timed Up & Go: a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc* Februar 1991; 39(2):142–8.
- [274] Koehler F, Koehler K, Deckwart O, Prescher S, Wegscheider K, Winkler S, u. a. Telemedical Interventional Management in Heart Failure II (TIM-HF2), a randomised, controlled trial investigating the impact of telemedicine on unplanned cardiovascular hospitalisations and mortality in heart failure patients - study design and description of the intervention. *Eur J Heart Fail* Oktober 2018; 20(10):1485–93.
- [275] Jäger M, Strauß A, Frasch K, Becker T. Konzeptuelle Grundlagen der operationalen Diagnostik in der Psychiatrie. *Fortschr Neurol Psychiatr* 2007; 75(08):478–83.
- [276] Coats AJS, Pieske B, Linde C, Jankowska EA, Ruschitzka F, Rutten FH, u. a. 2016 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure. *European Heart Journal* Mai 2016; 37(27):2129–200.
- [277] US Food and Drug Administration. The Drug Development Process, Step 3: Clinical Research [Internet]. 2018 [zitiert 28. Februar 2019] Verfügbar unter: <https://www.fda.gov/forpatients/approvals/drugs/ucm405622.htm>
- [278] Rojahn J. Studien richtig lesen –Teil 1: Studiendesign und Fehlerquellen. *Lege artis* 2016; 6(01):16–23.
- [279] Verband Forschender Arzneimittelhersteller e.V., VFA. Forschung für das Leben - Entwicklungsprojekte für innovative Arzneimittel. Berlin; 2013
- [280] Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte, BfArM. Arzneimittelentwicklung [Internet]. 2013 [zitiert 28. Februar 2019] Verfügbar unter: https://www.bfarm.de/DE/Buerger/Arzneimittel/Arzneimittelentwicklung/_node.html
- [281] Kopetsch T. Dem deutschen Gesundheitswesen gehen die Ärzte aus. Bundesärztekammer, Abteilung Statistik, Herausgeber. Studie zur Altersstruktur und Arztlzahlentwicklung. Berlin: Bundesärztekammer und Kassenärztliche Bundesvereinigung; 2010.
- [282] KVN. Prognose zur Entwicklung der Arztlzahlen für das Jahr 2020 im Gebiet der Kassenärztlichen Vereinigung Niedersachsen [Internet] [Report]. Hannover: Kassenärztliche Vereinigung Niedersachsen; 2008. Verfügbar unter: <http://www.kvn.de/Praxis/Bedarfsplanung/Arztlzahlprognose/>
- [283] Janes R, Dowell A, Cormack D. New Zealand rural general practitioners 1999 survey–part 1: an overview of the rural doctor workforce and their concerns. *N. Z. Med. J.* November 2001; 114(1143):492–5.
- [284] Humphreys JS, Wakerman J, Wells R, Kuipers P, Jones JA, Entwistle P. "Beyond workforce": a systemic solution for health service provision in small rural and remote communities. *Med. J. Aust.* April 2008; 188(8 Suppl):77–80.
- [285] Loth J, Hauptig A, Piotrowski A, Beyer H, Vogelsang T. Medizinische Versorgung von Migranten ohne Krankenversicherung im Ruhrgebiet - Die Rolle der öffentlichen und zivilen Akteure [Internet]. Essen: Fakultät Wirtschaftswissenschaften, Lehrstuhl Medizinmanagement der Univer-

- sität Duisburg-Essen; 2012 [zitiert 5. April 2013] Verfügbar unter: http://www.medinetz-essen.de/docs/reader__medinetz.pdf
- [286] Diakonie Mark-Ruhr gemeinnützige GmbH. Medizinische Versorgung - Ambulanz und Arztmobil [Internet]. 2013 [zitiert 5. April 2013] Verfügbar unter: <http://www.diakonie-mark-ruhr.de/soziale-dienste/luthers-waschsalon/inhalte/1/>
- [287] Caritasverband für das Erzbistum Berlin e.V. - Caritas-Arztmobil [Internet]. 2013 [zitiert 8. Juli 2015] Verfügbar unter: <http://www.dicvberlin.caritas.de/87615.html>
- [288] Schwartze J, Wolf K-H. Projekt "Rollende Arztpraxis" im Landkreis Wolfenbüttel. In: Pfannstiel MA, Focke A, Mehlich H, Herausgeber. Management von Gesundheitsregionen II: Regionale Vernetzungsstrategien und Lösungsansätze zur Verbesserung der Gesundheitsversorgung Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden; 2017. S. 81–92.
- [289] Schwartze J, Wolf KH, Schulz S, Rochon M, Wagner M, Bannenberg U, u. a. Rolling Medical Practice: Ambulant Mobile Medical Care for Rural Areas. al. INS et, Herausgeber. Stud Health Technol Inform 2015; 216:909.
- [290] Schwartze J, Wolf K-H, Rochon M, Haarbrandt B, Wagner M, Drews M, u. a. Rollende Arztpraxis - Zwischenfazit eines mobilen Versorgungskonzeptes zur Unterstützung der medizinischen Versorgung in ländlichen Gebieten. In: GMDS 2014, 59. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie e.V. (GMDS), Göttingen, 07.-10.09.2014; Düsseldorf: German Medical Science GMS Publishing House; September 2014. S. 529–31.
- [291] Ostchega Y, Porter KS, Hughes J, Dillon CF, Nwankwo T. Resting pulse rate reference data for children, adolescents, and adults: United States, 1999-2008. Natl Health Stat Report August 2011; (41):1–16.
- [292] Kohonen T. The self-organizing map. Proceedings of the IEEE 1990; 78(9):1464–80.
- [293] Bajor B. Entwicklung einer Software zur Mustererkennung in Eventsequenzen und Prädiktion künftiger Events im AAL-Kontext mithilfe maschinellen Lernens am Beispiel des BASIS-Projekts [Masterarbeit]. [Braunschweig]: Peter L. Reichertz Institut für Medizinische Informatik der Technischen Universität Braunschweig und der Medizinischen Hochschule Hannover; 2018
- [294] Hailey D. Toward transparency in health technology assessment: a checklist for HTA reports. Int J Technol Assess Health Care 2003; 19(1):1–7.
- [295] Lampe K, Mäkelä M, Garrido MV, Anttila H, Autti-Rämö I, Hicks NJ, u. a. The HTA Core Model: A novel method for producing and reporting health technology assessments. International Journal of Technology Assessment in Health Care Dezember 2009; 25(Supplement S2):9–20.
- [296] Alonso-Coello P, Schünemann HJ, Moher J, Brignardello-Petersen R, Akl EA, Davoli M, u. a. GRADE Evidence to Decision (EtD) frameworks: a systematic and transparent approach to making well informed healthcare choices. 1: Introduction. BMJ 2016; 353
- [297] Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information. Health Technology Assessment [Internet]. 2019 [zitiert 3. März 2019] Verfügbar unter: <https://www.dimdi.de/dynamic/de/weitere-fachdienste/health-technology-assessment/>

-
- [298] Novák M, Jakab F, Lain L. Anomaly detection in user daily patterns in smart-home environment. *J. Sel. Areas Health Inform* 2013; 3(6):1–11.
- [299] Vaziri DD, Aal K, Ogonowski C, Von Rekowski T, Kroll M, Marston HR, u. a. Exploring user experience and technology acceptance for a fall prevention system: results from a randomized clinical trial and a living lab. *European Review of Aging and Physical Activity* 2016; 13(1):1–9.
- [300] Peter L. Reichertz Institut für Medizinische Informatik. AGT Reha - Assistierende Gesundheitstechnologien für das medizinische Tele-Reha-Training [Internet]. 2017 [zitiert 7. Februar 2017] Verfügbar unter: <https://plri.de/forschung/projekte/agt-reha>
- [301] Wolf K-H, Franz S, Schwartze J, Kobelt A, Borrmann H, Kasprowski D, u. a. AGT Reha: Assistierende Gesundheitstechnologien für das medizinische Tele-Reha-Training. In: Handels H, Ingenerf J, Herausgeber. 58. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie (GMDS) e.V.: 01. bis 05. Sept 2013; Berlin: Deutsche Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie (GMDS) e.V., Industriestraße 154, 50996 Köln; Pro BUSINESS; 2013. S. 428–9.
- [302] Gschwind YJ, Schoene D, Lord SR, Ejupi A, Valenzuela T, Aal K, u. a. The effect of sensor-based exercise at home on functional performance associated with fall risk in older people –a comparison of two exergame interventions. *European Review of Aging and Physical Activity* 2015; 12:11.
- [303] Wolf K-H, Saalfeld B, Oppermann B, Riquel J, Kobelt A, Borrmann H, u. a. AGT-Reha: Assistierende Gesundheitstechnologien für das medizinische Tele-Reha-Training – Ausgewählte Ergebnisse der Pilotstudie. In: 62. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie e.V. (GMDS). Oldenburg, 17.-21.09.2017; Düsseldorf: Deutsche Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie; German Medical Science GMS Publishing House; 2017. S. DocAbstr. 194.
- [304] Schwartze J, Prekazi A, Schrom H, Marschollek M. Substitution of Assisted Living Services by Assistive Technology - Experts Opinions and Technical Feasibility. *Stud Health Technol Inform* 2017; 238:116–9.
- [305] Antón D, Goñi A, Illarramendi A, Torres-Unda JJ, Seco J. KiReS: A Kinect-based telerehabilitation system. In: 2013 IEEE 15th International Conference on e-Health Networking, Applications and Services (Healthcom 2013); Oktober 2013. S. 444–8.
- [306] Bonato P. Advances in wearable technology and applications in physical medicine and rehabilitation. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* 2005; 2(1):2.
- [307] Gschwind YJ, Eichberg S, Ejupi A, Rosario H de, Kroll M, Marston HR, u. a. ICT-based system to predict and prevent falls (iStoppFalls): results from an international multicenter randomized controlled trial. *European Review of Aging and Physical Activity* 2015; 12:10.
- [308] Konis K, Mack WJ, Schneider EL. Pilot study to examine the effects of indoor daylight exposure on depression and other neuropsychiatric symptoms in people living with dementia in long-term care communities. *Clinical Interventions in Aging* 2018; 13:1071–7.

- [309] Lyketsos CG, Veiel LL, Baker A, Steele C. A randomized, controlled trial of bright light therapy for agitated behaviors in dementia patients residing in long-term care. *International Journal of Geriatric Psychiatry* Juli 1999; 14(7):520–5.
- [310] Notthoff N, Klomp P, Doerwald F, Scheibe S. Positive messages enhance older adults' motivation and recognition memory for physical activity programmes. *European Journal of Ageing* September 2016; 13(3):251–7.
- [311] Haux R, Hein A, Eichelberg M, Appell J-E, Appelrath H-J, Bartsch C, u. a. The Lower Saxony research network design of environments for ageing: towards interdisciplinary research on information and communication technologies in ageing societies. *Informatics for Health and Social Care* 2010; 35(3-4):92–103.
- [312] Al-Shaqi R, Mourshed M, Rezgui Y. Progress in ambient assisted systems for independent living by the elderly. *SpringerPlus* 2016; 5:624.
- [313] Davey J. "Ageing in place": the views of older homeowners On maintenance, renovation and adaptation. *Social Policy Journal of New Zealand* 2006; 27:128.
- [314] Harley D, Howland K, Harris E, Redlich C. "Nearer to Being Characters in a Book": How Older People Make Sense of Online Communities and Social Networking Sites. In: 2015 48th Hawaii International Conference on System Sciences; Januar 2015. S. 2023–32.
- [315] Wiles JL, Leibing A, Guberman N, Reeve J, Allen RES. The Meaning of „Aging in Place“ to Older People. *The Gerontologist* 2012; 52(3):357–66.
- [316] Dobner S, Musterd S, Droogleever Fortuijn J. „Ageing in place“: experiences of older adults in Amsterdam and Portland. *GeoJournal* April 2016; 81(2):197–209.
- [317] Morita A, Takano T, Nakamura K, Kizuki M, Seino K. Contribution of interaction with family, friends and neighbours, and sense of neighbourhood attachment to survival in senior citizens: 5-year follow-up study. *Social Science & Medicine* 2010; 70(4):543–9.
- [318] WHO. Constitution of the World Health Organization [english] [Internet] [Report]. World Health Organization; 2006. Report No.: Forty-fifth edition. Verfügbar unter: http://www.who.int/governance/eb/who_constitution_en.pdf
- [319] Means R. Safe as Houses? Ageing in Place and Vulnerable Older People in the UK. *Social Policy & Administration* 2007; 41(1):65–85.
- [320] Scharf T, Jong Gierveld J de. Loneliness in urban neighbourhoods: an Anglo-Dutch comparison. *European Journal of Ageing* Mai 2008; 5(2):103.
- [321] Günther J. Das soziale Netz der Nachbarschaft als System informeller Hilfe. *Gruppendynamik und Organisationsberatung* Dezember 2005; 36(4):427–42.
- [322] Zilm F-A. Zur sozialen Teilhabe - ein systematischer Review und die Realisierung von Nachbarschaftsdiensten im Rahmen von BASIS [Masterarbeit]. [Braunschweig (DE)]: Technische Universität Braunschweig; 2016
- [323] Google LLC. Google Scholar. Mountain View, CA, USA; 2018

-
- [324] SciVerse. Scopus [Internet]. New York: Elsevier B.V. 2011 [zitiert 10. September 2018] Verfügbar unter: <https://www.scopus.com>
- [325] Greenfield EA, Scharlach AE, Graham C, Davitt J, Lehning A. A national overview of villages: Results from a 2012 organizational survey. New Brunswick, NJ: Rutgers University. documents. clubexpress. com/documents. ashx 2012;
- [326] Vitman A, Iecovich E, Alfasi N. Ageism and Social Integration of Older Adults in Their Neighborhoods in Israel. *The Gerontologist* 2014; 54(2):177–89.
- [327] Ellison NB, Steinfield C, Lampe C. The Benefits of Facebook „Friends:“ Social Capital and College Students’ Use of Online Social Network Sites. *Journal of Computer-Mediated Communication* 2007; 12(4):1143–68.
- [328] Graham C, Scharlach AE, Kurtovich E. Do Villages Promote Aging in Place? Results of a Longitudinal Study. *Journal of Applied Gerontology* 2018; 37(3):310–31.
- [329] Greenfield EA, Scharlach AE, Lehning AJ, Davitt JK, Graham CL. A Tale of Two Community Initiatives for Promoting Aging in Place: Similarities and Differences in the National Implementation of NORC Programs and Villages. *The Gerontologist* 2013; 53(6):928–38.
- [330] Alaoui M, Lewkowicz M. A LivingLab Approach to Involve Elderly in the Design of Smart TV Applications Offering Communication Services. In: Ozok AA, Zaphiris P, Herausgeber. *Online Communities and Social Computing*; Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2013. S. 325–34.
- [331] Koene P, Köbler F, Esch S, Leimeister JM, Krcmar H. Design and Evaluation of a Service-oriented Collaborative Consumption Platform for the Elderly. In: *CHI ’12 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*; New York, NY, USA: ACM; 2012. S. 2537–42.
- [332] Muñoz D, Cornejo R, Gutierrez FJ, Favela J, Ochoa SF, Tentori M. A social cloud-based tool to deal with time and media mismatch of intergenerational family communication. *Future Generation Computer Systems* 2015; 53:140–51.
- [333] Eheart BK, Hopping D, Power MB, Mitchell ET, Racine D. Generations of Hope Communities: An intergenerational neighborhood model of support and service. *Children and Youth Services Review* 2009; 31(1):47–52.
- [334] Gonyea JG, Burnes K. Aging Well at Home: Evaluation of a Neighborhood-based Pilot Project to „Put Connection Back into Community“. *Journal of Housing For the Elderly* 2013; 27(4):333–47.
- [335] Rojo Perez F, Fernandez-Mayoralas Fernandez G, Pozo Rivera E, Manuel Rojo Abuin J. Ageing in Place: Predictors of the Residential Satisfaction of Elderly. *Social Indicators Research* Mai 2001; 54(2):173–208.
- [336] Schmeier S, Reithinger N. A Barrier-Free Platform to Help Elderly People to Help Themselves. In: Stephanidis C, Herausgeber. *HCI International 2014 - Posters’ Extended Abstracts: International Conference, Proceedings*; Heraklion, Crete, Greece: Springer International Publishing Switzerland 2014; 2014. S. 316–21.

- [337] Schmeier S, Ruß A, Reithinger N. Wir im Kiez: Multimodal App for Mutual Help Among Elderly Neighbours. In: Zhang Z, Cohen P, Bohus D, Horaud R, Meng H, Herausgeber. ICMI '15 - Proceedings of the 2015 ACM on International Conference on Multimodal Interaction; ACM; ACM; November 2015.
- [338] Reithinger N, Ruß A, Schmeier S, Aue A, Beck N, Gerlitschka M. Wir im Kiez – eine multimodale App zur gegenseitigen Nachbarschaftshilfe für Senioren. In: Zukunft Lebensräume; Springer; 2016.
- [339] Wu Y-S, Chang T-W, He Y-R, Wang Y, Chen W-H, Zhang Y-C. Tou Hsiang Kun – A Platform for Elderly and Neighborhood to Help Each Other. In: Streitz N, Markopoulos P, Herausgeber. Distributed, Ambient, and Pervasive Interactions; Cham: Springer International Publishing; 2015. S. 614–24.
- [340] Cornejo R, Tentori M, Favela J. Ambient Awareness to Strengthen the Family Social Network of Older Adults. *Computer Supported Cooperative Work (CSCW)* April 2013; 22(2):309–44.
- [341] Greenfield EA. Community Aging Initiatives and Social Capital: Developing Theories of Change in the Context of NORC Supportive Service Programs. *Journal of Applied Gerontology* 2014; 33(2):227–50.
- [342] Cohen-Mansfield J, Dakheel-Ali M, Frank JK. The impact of a Naturally Occurring Retirement Communities service program in Maryland, USA. *Health Promotion International* 2010; 25(2):210–20.
- [343] Abbott KM, Bettger JP, Hampton K, Kohler H-P. Exploring the Use of Social Network Analysis to Measure Social Integration Among Older Adults in Assisted Living. *Family & Community Health* 2012; 35(4)
- [344] Baumgarten M, Thomas D, Courval LP de, Infante-Rivard C. Evaluation of a mutual help network for the elderly residents of planned housing. *Psychology and Aging* 1988; 3(4):393–8.
- [345] Williams CC, Windebank J. Paid informal work in deprived neighborhoods. *Cities* 2000; 17(4):285–91.
- [346] Hafner M, Stepanek M, Taylor J, Troxel WM, Stolk C van. Why Sleep Matters-The Economic Costs of Insufficient Sleep: A Cross-Country Comparative Analysis. *Rand health quarterly* Januar 2017; 6(4):11.
- [347] Fifel K, Meijer JH, Deboer T. Long-term effects of sleep deprivation on neuronal activity in four hypothalamic areas. *Neurobiology of Disease* 2018; 109:54–63.
- [348] Maes S, Gebhardt W. Self-Regulation and Health Behavior: The Health Behavior Goal Model. In: Boekaerts M, Pintrich PR, Zeidner M, Herausgeber. *Handbook of Self-Regulation* San Diego: Academic Press; 2000. S. 343–68.
- [349] Michie S, Ashford S, Sniehotta FF, Dombrowski SU, Bishop A, French DP. A refined taxonomy of behaviour change techniques to help people change their physical activity and healthy eating behaviours: The CALO-RE taxonomy. *Psychology & Health* 2011; 26(11):1479–98.

-
- [350] Yzer M. The integrative model of behavioral prediction as a tool for designing health messages. In: Cho H, Herausgeber. Health communication message design: Theory and practice Thousand Oaks, CA, USA: Sage; 2012. S. 21–40.
 - [351] Ajzen I. The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes* 1991; 50(2):179–211.
 - [352] Fogg B. A Behavior Model for Persuasive Design. In: Proceedings of the 4th International Conference on Persuasive Technology; New York, NY, USA: ACM; 2009. S. 40:1–7.
 - [353] Volkswagen. The Fun Theory. [Internet]. Verfügbar unter: <http://www.thefuntheory.com/>
 - [354] Bandura A. Social cognitive theory of self-regulation. *Organizational Behavior and Human Decision Processes* 1991; 50(2):248–87.
 - [355] Kaasinen E. User acceptance of mobile services: Value, ease of use, trust and ease of adoption [Dissertation]. [Tampere (Finnland)]: VTT Technical Research Centre of Finland, Tampere University of Technology; VTT PUBLICATIONS 566; 2005
 - [356] Pink DH. Drive: The surprising truth about what motivates us. Penguin; 2011.
 - [357] Bakardjieva M. Internet society: The Internet in everyday life. Ltd. CD (P), Herausgeber. London, UK: Sage Publications; 2005.
 - [358] Dill KE, Blumberg FC, Almonte DE, Anthony JS, Hashimoto N. Serious Games: What Are They? What Do They Do? Why Should We Play Them? Oxford University Press; 2013.
 - [359] Riemann D, Berger M, Voderholzer U. Sleep and depression — results from psychobiological studies: an overview. *Biological Psychology* 2001; 57(1):67–103.
 - [360] Murata Electronics Oy. SCA10H Product Datasheet. 3. Aufl. Doc. No. 1322; 2016.
 - [361] Gebhardt P. Anbindung vom SCA10H an BASIS [Bachelorarbeit]. [Braunschweig]: Technische Universität Braunschweig; 2018
 - [362] Denecke K, Hurni D, Harder D, Schwartz J, Arndt H, Florea M, u. a. Personalised coaching with resource-oriented offline and online tasks to foster well-being and social inclusion. 2017
 - [363] Robotic A. Aisoy1 KiK [Internet]. Internet; 2017 [zitiert 4. Januar 2019] Verfügbar unter: <https://aisoy.com/en/aisoy1.html>
 - [364] Abuhamdeh S, Csikszentmihalyi M. The Importance of Challenge for the Enjoyment of Intrinsically Motivated, Goal-Directed Activities. *Personality and Social Psychology Bulletin* 2012; 38(3):317–30.
 - [365] Shamaskin AM, Mikels JA, Reed AE. Getting the message across: Age differences in the positive and negative framing of health care messages. *Psychology and Aging* 2010; 25(3):746–51.
 - [366] Höpflinger F, Hugentobler V. Familiäre, ambulante und stationäre Pflege im Alter – Perspektiven für die Schweiz. Bern: Hans Huber; 2005.
 - [367] Klaus A, Beckmann R, Stephani J. Berichte: Blickpunkt Arbeitsmarkt - Fachkräfteengpassanalyse [Report]. Nürnberg: Bundesagentur für Arbeit, Statistik/Arbeitsmarktberichterstattung; 2017.

- [368] Morphet J, Innes K, Griffiths DL, Crawford K, Williams A. Resident transfers from aged care facilities to emergency departments: can they be avoided? *Emergency medicine Australasia* : EMA Oktober 2015; 27(5):412–8.
- [369] Graf CE, Zekry D, Giannelli S, Michel J-P, Chevalley T. Efficiency and applicability of comprehensive geriatric assessment in the Emergency Department: a systematic review. *Aging Clinical and Experimental Research* August 2011; 23(4):244–54.
- [370] Schnitker L, Martin-Khan M, Beattie E, Gray L. Negative health outcomes and adverse events in older people attending emergency departments: A systematic review. *Australasian Emergency Nursing Journal* 2011; 14(3):141–62.
- [371] Burke RE, Rooks SP, Levy C, Schwartz R, Ginde AA. Identifying Potentially Preventable Emergency Department Visits by Nursing Home Residents in the United States. *Journal of the American Medical Directors Association* Mai 2015; 16(5):395–9.
- [372] Sommer S, Marckmann G, Pentzek M, Wegscheider K, Abholz H-H, Schmitt J in der. Advance directives in nursing homes: prevalence, validity, significance, and nursing staff adherence. *Deutsches Arzteblatt international* September 2012; 109(37):577–83.
- [373] SmartBear Software. Swagger [Internet]. [Webseite]; 2018 [zitiert 29. Januar 2019] Verfügbar unter: <https://swagger.io>
- [374] NGINX Inc. nginx Webserver [Internet]. 2018 [zitiert 29. Januar 2019] Verfügbar unter: <https://www.nginx.com>
- [375] Docker Inc. Docker - Enterprise Container Plattform [Internet]. 2018 [zitiert 29. Januar 2019] Verfügbar unter: <https://www.docker.com>
- [376] Gudowsky N, Sotoudeh M. Citizens' Visions on Active Assisted Living. *Studies in health technology and informatics* 2015; 212:43–9.
- [377] Kriegel J, Auinger K. AAL Service Development Loom - From the Idea to a Marketable Business Model. *Studies in health technology and informatics* 2015; 212:125–33.
- [378] Van Berlo A. A smart model house as research and demonstration tool for telematics development. In: *Proc. 3rd TIDE Congres: Technology for Inclusive Design and Equality Improving the Quality of Life for the European Citizen*; 1998. S. 25.
- [379] Ståhlbröst A. Forming future IT : the living lab way of user involvement [Dissertation]. Luleå University of Technology, Innovation; Design; Luleå University of Technology, Innovation; Design; 2008 S. 139.
- [380] Ståhlbröst A, Holst M. The Living Lab Methodology Handbook. Social Informatics at Luleå University of Technology; CDT – Centre for Distance-spanning Technology; Plan Sju kommunikation AB; 2012.
- [381] Stadt Braunschweig. Integriertes Stadtentwicklungskonzept Braunschweig 2030. Petrin J, Kepp B, Große S, Herausgeber. Braunschweig: Heinz-Georg Leuer, Stadtbaurat, Stadt Braunschweig, Bau- und Umweltschutzdezernat; 2018.

- [382] Peter L. Reichertz Institut für Medizinische Informatik. Forschungssystem AGT Labor - Nachbildung einer altersgerechten Umgebung [Internet]. 2019 [zitiert 16. Mai 2019] Verfügbar unter: <https://www.plri.de/p/forschungssystem-agt-labor>
- [383] Peter L. Reichertz Institut für Medizinische Informatik. Smart Home for Medicine - Forschungswohnung Halberstadtstraße (HSS) [Internet]. 2018 [zitiert 20. Mai 2019] Verfügbar unter: <https://www.plri.de/p/smart-home-for-medicine>
- [384] Orsinger C. Konzeption und Entwicklung eines BASIS-Plug-Ins für benutzerdefinierte Sammlung und Aufbereitung von Daten [Bachelorarbeit]. [Braunschweig (DE)]: Peter L. Reichertz Institut für Medizinische Informatik der Technischen Universität Braunschweig und der Medizinischen Hochschule Hannover; 2019
- [385] Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR). Smart City Charta - Digitale Transformation in den Kommunen nachhaltig gestalten [Report]. Bonn: Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB); Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR); 2017.
- [386] Welzer H. Alles könnte anders sein: eine Gesellschaftsutopie für freie Menschen. Frankfurt am Main: S. Fischer; 2019.
- [387] Steckler B, Krempel E, Janicki T, Diekmann N, Lebek C. GUIDE - Leitlinien für den Datenschutz in der wissenschaftlichen Forschung zu Aspekten der Mensch-Technik-Interaktion [Internet] [Report]. Karlsruhe: Fachhochschule Bielefeld, Fraunhofer IOSB; 2019. Verfügbar unter: <https://www.guide-projekt.de/>
- [388] Weichert T. Sensorik, automatische Entscheidungen und Persönlichkeitsschutz. Bielefeld: Netzwerk Datenschutzexpertise; 2016 S. 18.
- [389] Schild W. Einwilligung im Recht. Bielefeld: Lehrstuhl für Strafrecht, Strafprozessrecht, Strafrechtsgeschichte und Rechtsphilosophie; Universität Bielefeld; 2016 S. 6.
- [390] Wolff D, Behrends M, Gerlach M, Kupka T, Marscholke M. Personalized Knowledge Transfer for Caregiving Relatives. *Studies in health technology and informatics* 2018; 247:780—784.
- [391] Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF). MoCaB - Mensch-Technik-Interaktion [Internet]. 2016 [zitiert 21. Juni 2019] Verfügbar unter: <https://www.technik-zum-menschen-bringen.de/projekte/mocab>
- [392] Johanniter-Unfall-Hilfe e.V., Fachbereich Forschung & Entwicklung. MoCaB - Verlässliche mobile Begleitung für pflegende Angehörige [Internet]. 2016 [zitiert 21. Juni 2019] Verfügbar unter: <http://mocab-projekt.de>
- [393] Peter L. Reichertz Institut für Medizinische Informatik (PLRI). Mobile Care Backup - Verlässliche mobile Begleitung für pflegende Angehörige [Internet]. 2019 [zitiert 21. Juni 2019] Verfügbar unter: <https://plri.de/p/mocab>
- [394] Allgeier B. Kirby CMS [Internet]. 2012 [zitiert 21. Juni 2019] Verfügbar unter: <https://getkirby.com>

- [395] Slim Framework Team. PHP Slim Framework [Internet]. [Webseite]; 2019 [zitiert 26. Juni 2019] Verfügbar unter: <http://www.slimframework.com>
- [396] Schwartz J, Wagner M, Rochon M, Haarbrandt B, Haux R. Konzeption einer IHE konformen, transinstitutionellen Bild- und Befundkommunikation am Beispiel der Gesundheitsdatenbank Niedersachsen. In: 57. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie (GMDS) e.V.; 16. bis 20. Sept 2012; Braunschweig (DE); 2012. S. 359–60.
- [397] Parducci B, and HL. eXtensible Access Control Markup Language (XACML) Version 3.0 [Report]. Rissanen E, Herausgeber. OASIS XACML Technical Committee; 2013. Report No.: Version 3.0.
- [398] Hardjono T, Lockhart H, Cantor S. OASIS Security Services (SAML) TC [Internet]. 2017 [zitiert 15. Mai 2018] Verfügbar unter: https://www.oasis-open.org/committees/tc_home.php?wg_abbrev=security
- [399] Schwartz J, Wolf K-H, Haux R. Abschlussbericht: Rollende Arztpraxis [Report]. Peter L. Reichertz Institut für Medizinische Informatik der Technischen Universität Braunschweig und der Medizinischen Hochschule Hannover; 2014.
- [400] Wagner S, Nielsen C. OpenCare project: An open, flexible and easily extendible infrastructure for pervasive healthcare assisted living solutions. In: 2009 3rd International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare; 2009. S. 1–10.
- [401] Kim J, Choi H, Wang H, Agoulmine N, Deerv MJ, Hong JW. POSTECH's U-Health Smart Home for elderly monitoring and support. In: 2010 IEEE International Symposium on "A World of Wireless, Mobile and Multimedia Networks"(WoWMoM); 2010. S. 1–6.
- [402] Abril-Jiménez P, Vera-Muñoz C, Cabrera-Umpierrez MF, Arredondo MT, Naranjo JC. Design Framework for Ambient Assisted Living Platforms. In: Stephanidis C, Herausgeber. Universal Access in Human-Computer Interaction. Intelligent and Ubiquitous Interaction Environments; Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2009. S. 139–42.
- [403] Bethge M. Erfolgsfaktoren medizinisch-beruflich orientierter orthopädischer Rehabilitation. Rehabilitation 2011; 50(03):145–51.
- [404] Von Barga T, Schwartz J, Haux R. Disease patterns addressed by mobile health-enabling technologies - a literature review. Stud Health Technol Inform 2013; 190:141–3.
- [405] Haux R, Hein A, Kolb G, Künemund H, Eichelberg M, Appell J-E, u. a. Information and Communication Technologies for Promoting and Sustaining Quality of Life, Health and Self-sufficiency in Ageing Societies Outcomes of the Lower Saxony Research Network Design of Environments for Ageing (GAL). Informatics for Health and Social Care 2014; 39(3-4)
- [406] Ras E, Becker M, Koch J. Engineering Tele-Health Solutions in the Ambient Assisted Living Lab. In: 21st International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops (AINAW'07); 2007. S. 804–9.
- [407] Balasch MC, Schultz M, Carius-Duessel C, John M, Hänsel J, Pieth N, u. a. SmartSenior-

Intelligent Services for Senior Citizens. *Ambient Intelligence and Smart Environments 2012*;:652–92.

[408] King J, Bose R, Yang H, Pickles S, Helal A. Atlas: A Service-Oriented Sensor Platform: Hardware and Middleware to Enable Programmable Pervasive Spaces. In: *Proceedings. 2006 31st IEEE Conference on Local Computer Networks*; November 2006. S. 630–8.

[409] Geesen D, Brell M, Grawunder M, Nicklas D, Appelrath H-J. Data Stream Management in the AAL: Universal and Flexible Preprocessing of Continuous Sensor Data. In: Wichert R, Eberhardt B, Herausgeber. *Ambient Assisted Living: 5. AAL-Kongress 2012 Berlin, Germany, January 24-25, 2012 Berlin, Heidelberg*: Springer Berlin Heidelberg; 2012. S. 213–28.

[410] Jacobi J, Grawunder M. ODYSSEUS: Ein flexibles Framework zum Erstellen anwendungsspezifischer Datenstrommanagementsysteme. *Grundlagen von Datenbanken 2008*; 1:86–90.

[411] Arasu A, Babcock B, Babu S, Datar M, Ito K, Nishizawa I, u. a. STREAM: The Stanford Stream Data Manager (Demonstration Description). In: *Proceedings of the 2003 ACM SIGMOD International Conference on Management of Data*; New York, NY, USA: ACM; 2003. S. 665–5.

[412] Cangialosi FJ, Ahmad Y, Balazinska M, Cetintemel U, Cherniack M, Hwang J-H, u. a. The Design of the Borealis Stream Processing Engine. In: *Second Biennial Conference on Innovative Data Systems Research (CIDR 2005)*; Asilomar, CA; 2005.

[413] Cate O ten, Durning SJ. Understanding Clinical Reasoning from Multiple Perspectives: A Conceptual and Theoretical Overview. In: Cate O ten, Custers EJFM, Durning SJ, Herausgeber. *Principles and Practice of Case-based Clinical Reasoning Education : A Method for Preclinical Students* Cham: Springer International Publishing; 2018. S. 35–46.

[414] Woo K, Dowding D. Factors Affecting the Acceptance of Telehealth Services by Heart Failure Patients: An Integrative Review. *Telemed J E Health* April 2018; 24(4):292–300.

[415] Hamilton SJ, Mills B, Birch EM, Thompson SC. Smartphones in the secondary prevention of cardiovascular disease: a systematic review. *BMC Cardiovasc Disord* Februar 2018; 18(1):25.

[416] Lorenzi NM. Strategies for creating successful local health information infrastructure initiatives [Internet] [Report]. Nashville, Tennessee: Vanderbilt University Department of Biomedical Informatics; 2003. Report No.: Requisition/Reference Number 03EASPE00772. Verfügbar unter: <https://aspe.hhs.gov/system/files/pdf/177731/LHII-Lorenzi-12.16.03.pdf>

[417] Haarbrandt B, Schwartze J, Gusew N, Seidel C, Kleinschmidt T, Haux R. Primary Care Provider’s Acceptance of Health Information Exchange Utilizing IHE XDS. *Stud Health Technol Inform* 2013; 192:998.

[418] Berg N van den, Meinke C, Heymann R, Fiss T, Suckert E, Poller C, u. a. AGnES: supporting general practitioners with qualified medical practice personnel: model project evaluation regarding quality and acceptance. *Dtsch Arztebl Int* Januar 2009; 106(1-2):3–9.

[419] Ranmuthugala G, Humphreys J, Solarsh B, Walters L, Worley P, Wakerman J, u. a. Where is the evidence that rural exposure increases uptake of rural medical practice? *Australian Journal of Rural Health* 2007; 15(5):285–8.

- [420] Ståhlbröst A, Bergvall-Kåreborn B, Holst M, Sällström A. Race to scale: FormIT - users as catalysts for innovative IT solutions [Report]. Sweden: CDT – Centre for Distance-spanning Technology; Social Informatics at Luleå University of Technology; 2010.
- [421] Bergvall-Kåreborn B, Ståhlbröst A. Living lab : an open and citizen-centric approach for innovation. *International Journal of Innovation and Regional Development* 2009; 1(4):356–70.
- [422] Rutz M, Dierks M-L, Behrends M, Wolff D, Kupka T, Marschollek M. Hallo Du, ich bin Mo-
Der Dialog als personalisierte Form der Wissensvermittlung in einem mobilen Assistenzsystem. In: Boll S, Hein A, Heuten W, Wolf-Ostermann K, Herausgeber. *Zukunft der Pflege: Tagungsband der 1. Clusterkonferenz*; 2018. S. 84–8.
- [423] Rutz M, Gerlach M, Schmeer R, Gaugisch P, Bauer A, Wolff D, u. a. Über das Smartphone Wissen und Unterstützung für pflegende Angehörige bereitstellen. *Pflege* 2019; 1–10.
- [424] Weegh H, Kempel M. Acceptance Criteria of Ambient Assistant Living Technologies. *Studies in health technology and informatics* 2015; 217:857–64.
- [425] Berridge C. Active subjects of passive monitoring: responses to a passive monitoring system in low-income independent living. *Ageing and society* März 2017; 37(3):537–60.
- [426] DSK. Besondere Kategorien personenbezogener Daten [Report]. Konferenz der unabhängigen Datenschutzbehörden des Bundes und der Länder; 2018. Report No.: 17.
- [427] DSK. Datenschutz-Folgenabschätzung nach Art. 35 DS-GVO [Report]. Konferenz der unabhängigen Datenschutzbehörden des Bundes und der Länder; 2017. Report No.: 5.
- [428] DSK. DSFA Muss-Liste für den nicht-öffentlichen Bereich [Report]. Konferenz der unabhängigen Datenschutzbehörden des Bundes und der Länder; 2018. Report No.: 1.1.
- [429] Datenschutzgruppe nach Artikel 29. Leitlinien zur Datenschutz-Folgenabschätzung (DSFA) [Report]. Brüssel: Europäischen Kommission; 2017. Report No.: WP 248 Rev. 01.
- [430] DSK. Maßnahmenplan „DS-GVO“ für Unternehmen [Report]. Konferenz der unabhängigen Datenschutzbehörden des Bundes und der Länder; 2017. Report No.: 8.
- [431] DSK. Verzeichnis von Verarbeitungstätigkeiten – Art. 30 DS-GVO [Report]. Konferenz der unabhängigen Datenschutzbehörden des Bundes und der Länder; 2017. Report No.: 1.
- [432] DSK. Auskunftsrecht der betroffenen Person, Art. 15 DS-GVO [Report]. Konferenz der unabhängigen Datenschutzbehörden des Bundes und der Länder; 2017. Report No.: 6.
- [433] DSK. Recht auf Löschung - Recht auf Vergessenwerden [Report]. Konferenz der unabhängigen Datenschutzbehörden des Bundes und der Länder; 2017. Report No.: 11.
- [434] DSK. Informationspflichten bei Dritt- und Direkterhebung [Report]. Konferenz der unabhängigen Datenschutzbehörden des Bundes und der Länder; 2018. Report No.: 10.
- [435] DSK. Auftragsverarbeitung, Art. 28 DS-GVO [Report]. Konferenz der unabhängigen Datenschutzbehörden des Bundes und der Länder; 2018. Report No.: 13.
- [436] DSK. Gemeinsam für die Verarbeitung Verantwortliche, Art. 26 DSGVO [Report]. Konferenz der unabhängigen Datenschutzbehörden des Bundes und der Länder; 2018. Report No.: 16.

- [437] Steckler B, Krempel E, Janicki T, Diekmann N, Lebek C. GUIDeline: Datenschutz in der Forschung [Internet] [Report]. Karlsruhe: Fachhochschule Bielefeld, Fraunhofer IOSB; 2018. Verfügbar unter: <https://www.guide-projekt.de/>
- [438] Verein Deutscher Ingenieure. Technikbewertung - Begriffe und Grundlagen [Report]. Düsseldorf: VDI; 2000. Report No.: VDI 3780.
- [439] Haux R, Marschollek M, Wolf K-H. Über assistierende Gesundheitstechnologien und neue Form kooperativer Gesundheitsversorgung durch Menschen und Maschinen. In: Manzeschke A, Karsch F, Herausgeber. Roboter, Computer und Hybride - Was ereignet sich zwischen Menschen und Maschinen? Baden-Baden: Nomos; 2016. S. 131–43.
- [440] Deterding S, Khaled R, Nacke L, Dixon D. Gamification: Toward a Definition. In: CHI 2011 Gamification Workshop Proceedings; Vancouver, BC, Canada; 2011.
- [441] Österle H. Business Engineering. Prozeß-und Systementwicklung: Band 1: Entwurfstechniken. Springer-Verlag; 2013.
- [442] HL7 International. Domain Information Model Artifact Definition [Internet]. 2011 [zitiert 24. Juli 2019] Verfügbar unter: http://wiki.hl7.org/index.php?title=Domain__Information__Model__Artifact__Definition
- [443] Association Francophone des Utilisateurs de Logiciels Libres. Definition der Interoperabilität [Internet]. 2016 [zitiert 5. September 2016] Verfügbar unter: <http://interoperability-definition.info/de/>
- [444] Nibelungen Wohnbau GmbH. Unternehmen [Internet]. 2019 [zitiert 3. September 2019] Verfügbar unter: <https://www.nibelungen-wohnbau.de/unternehmen.html>
- [445] Städtisches Klinikum Braunschweig gGmbH. Über uns [Internet]. 2019 [zitiert 3. September 2019] Verfügbar unter: <https://klinikum-braunschweig.de/ueber-uns.php>
- [446] Stadt Braunschweig. Gesundheitsamt [Internet]. 2019 [zitiert 3. September 2019] Verfügbar unter: https://www.braunschweig.de/politik_verwaltung/fb_institutionen/fachbereiche_referate/fb50/fb50_4/gesundheitsamt.php
- [447] Stadt Braunschweig. Rettungsdienst Braunschweig [Internet]. 2019 [zitiert 3. September 2019] Verfügbar unter: <http://www.braunschweig.de/leben/gesundheit/feuerwehr/Rettungsdienst.php>
- [448] Günther A, Schmid S, Schwartz J, Weidlich-Wichmann U, Bleidorn J, Buhr-Riehm B, u. a. Notfallversorgung in Pflegeeinrichtungen in der Stadt Braunschweig: Ein sektorenübergreifender Blick anhand von Kennzahlen aus Sterbefällen, Reanimationen, Krankenhauszuweisungen und Rettungsdiensteinsätzen. J ZEFQ 2019; DOI 10.1016/j.zefq.2019.02.010

B Thesaurus

Die verstandene Bedeutung bestimmter Begriffe ist bei der Betrachtung verschiedener Domänen und Kontexte nicht immer gleich. Der nachfolgende Thesaurus führt die wichtigsten Begriffe dieser Arbeit auf, um die Zusammenhänge verständlich zu machen. Als Synonym gekennzeichnete oder mit einem Verweis versehene Begriffe sind nicht zwangsläufig absolut bedeutungsgleich, eine weitere Ausdifferenzierung der entsprechenden Begriffe erschien im Rahmen dieser Arbeit jedoch nicht als notwendig oder zielführend.

Mitunter sind die Definitionen durch den Autor informell formuliert oder geben eine allgemein bekannte Definition wieder. Sofern sich Begriffsdefinitionen eindeutig identifizieren lassen, sind sie mit entsprechenden Referenzen versehen.

Achievement

Definition (vgl. [440]) ein Element der Methode der → Gamification zur Fortschrittsanzeige in Form konkreter Ziele. Wird zur Induzierung von Verhaltensänderungen (vgl. Abs. 3.2.8.2) eingesetzt.

Synonym Ziel, Herausforderung

Ambient Assisted Living

Definition beschreibt den ortsgebundenen Einsatz von → technischen Assistenzsystemen zur Unterstützung von Personen mit Hilfebedarf, i.d.R. in ihrer Wohnung. Typische Ziele des AAL sind das selbstbestimmte Wohnen in der eigenen Wohnung oder die Erkennung von Notfallsituationen. Die Szenarien gehen jedoch - wie diese Arbeit zeigt - weit darüber hinaus. Als Bezeichnung für einen Forschungsbereich unterliegt der Begriff dem Wandel. Es werden teilweise die Begriffe → technische Assistenzsysteme, Mensch-Technik-Interaktion (MTI) oder → Smart Home synonym gebraucht, wenngleich ihre Bedeutung unterschiedlich ist.

Abkürzung AAL

Synonym Active Assisted Living, technikunterstütztes Wohnen

Überschneidung → Assistierende Gesundheitstechnologien, → Smart Home

Aktion

siehe → Handlung

Aktivität

siehe → Handlung

Anwendungssystem

Definition (vgl. [79, S. 10]) „Ein Anwendungssystem ist ein Teilsystem des Informationssystems, welches Erledigung einer oder mehrerer [...] → Aufgaben unterstützt.“

Synonym application system (engl.), Anwendungsbaustein, Anwendungskomponente

Spezialisierung konventionelles Anwendungssystem, rechnerbasiertes Anwendungssystem

Generalisierung → System

Assistierende Gesundheitstechnologien

Definition (vgl. [107, S. 12] und [43, S. 77]) „sind → Informatikwerkzeuge, die systematisch Daten, Informationen und Wissen über den Gesundheitszustand eines Menschen in seinem natürlichen Lebensumfeld verarbeiten. Hierbei verfolgen sie das Ziel, den Gesundheitszustand des Menschen zu erhalten, zu verbessern und/oder die negativen Folgen einer Erkrankung zu mindern und damit ein aktives, selbstbestimmtes und selbst gestaltetes Leben zu fördern.“

AGT können auch als → technische Assistenzsysteme in der → Domäne der Medizin verstanden werden.

Abkürzung AGT

Synonym health-enabling technologies (engl.)

Überschneidung Telemedizin, Ambient Assisted Living

Generalisierung technische Assistenzsysteme, Technologie

Aufgabe

Definition (vgl. [441, S. 50]) „Eine Aufgabe ist eine betriebliche Funktion mit einem bestimm-
baren Ergebnis. Sie wird von Menschen und/oder Maschinen ausgeführt.“

Synonym function (englisch), Funktion

Spezialisierung Unternehmensaufgabe

Benutzbarkeit

Definition (vgl. [201, S. 1056], übersetzt) Benutzbarkeit gibt an, wie nützlich, bedienbar (\rightarrow Benutzerinteraktion) und zufriedenstellend (\rightarrow Benutzererfahrung) ein \rightarrow Anwendungssystem für die vorgesehenen Nutzer einer Domäne beim Ausführen spezifischer \rightarrow Handlungen ist.

Synonym usability (englisch)

Zugehörig Bedienbarkeit, intrinsische Komplexität (vgl. Abs. 3.2.3.2), extrinsische Schwierigkeit (vgl. Abs. 3.2.3.2), Benutzerinteraktion, Benutzererfahrung

Benutzererfahrung

Definition Grad der Zufriedenheit eines Benutzers bei der \rightarrow Benutzerinteraktion mit einem \rightarrow System, zumeist eines rechnerbasierten \rightarrow Anwendungssystems.

Abkürzung UX

Synonyme User Experience (engl.)

Zugehörig Benutzbarkeit

Benutzerinteraktion

Definition Zugriff eines Benutzers auf ein \rightarrow System über eine Benutzerschnittstelle. Beschreibt i.d.R. die Güte der grafischen Benutzerschnittstelle eines rechnerbasierten \rightarrow Anwendungssystems.

Abkürzung UI (engl.)

Synonyme User Interaction (engl.)

Busknoten

Definition rechnerbasiertes → Anwendungssystem als Kommunikationsteilnehmer in einem → Bussystem.

Synonym Buskoppler, Koppler (ugs.)

Bussystem

Definition ermöglichen die Datenübertragung zwischen Kommunikationsteilnehmern (→ Busknoten) in Form von Telegrammen, welche gleichzeitig allen Busteilnehmern zur Verfügung stehen. Ein Bussystem kann durch physische Datenverarbeitungsbausteine (Rechner und Kabel) realisiert oder rein in Software implementiert werden.

Abkürzung Bus

Beispiel CAN, KNX, BASIS (vgl. Abs. 4.1)

Generalisierung Kommunikationssystem, → System

Spezialisierung Hausbussystem

Zugehörig → Telegramm, → Gebäudeautomatisierungssystem

Domäne

Definition (vgl. [442], übersetzt) beschreibt eine spezifisches Feld von Interesse. Die Feldgrenzen sind dabei unerheblich. Die Domäne “Medizin” ist dabei ebenso erlaubt, wie die Domäne “Herzinsuffizienz”. Im Gebäudebereich wird der Begriff → Gewerk zur Bezeichnung einer Handwerksdomäne (→ Profession) genutzt.

Synonym → Gewerk, → Profession, Gegenstandsbereich

Domäneninformationsmodell

Definition (vgl. [139]) „→ Modell von → Konzepten, Beziehungen, Beschränkungen, Regeln und → Aktionen, zur Spezifikation der Semantik einer gegebenen → Domäne.“

Abkürzung DIM

Synonym domain information model (engl.), Domänenmodell

Generalisierung → Modell

Zugehörig → Domäne

Elektronische Patientenakte

Definition (vgl. [195, S. 197]) ist die Sammlung aller Daten und Dokumente, die im Laufe der medizinischen Versorgung eines Patienten entstehen und auf elektronischen Datenträgern abgelegt sind. Je nach Anwendungsfall kann die EPA einrichtungszentriert (auch “Krankenakte” [195, S. 211]) oder patientenzentriert - also ohne Bezug zu einer bestimmten Einrichtung, daher einrichtungsübergreifend (eEPA) - geführt werden. EPA mit Inhalten, die durch den Patienten eingefügt werden bezeichnet man darüber hinaus als “persönliche” EPA (pEPA).

Abkürzung EPA

Synonym elektronische Krankenakte

Generalisierung Patientenakte

Spezialisierung einrichtungsübergreifende Elektronische Patientenakte (eEPA), persönliche Elektronische Patientenakte (pEPA)

Entität

Definition (nach [92], S. 219f) ist „die Menge aller Artefakte, die existierten, existieren und in Zukunft existieren werden.“ Nach [91] sind Entitäten alle Dinge, die eindeutig identifiziert werden können.

Synonym entity (englisch)

Evidenz

Definition (vgl. [296,297]) “Die klinische und statistische Signifikanz der Ergebnisse einer Studie, die anhand des Umfangs, der Präzision und der Reproduzierbarkeit des Effekts der untersuchten Intervention bestimmt wird.” Kann in Evidenzklassen eingeteilt werden, z.B. von Meta-Analysen oder kontrollierten, randomisierten Studien (entspricht Level I) bis zu Anekdoten oder Fallberichten (entspricht Level IX) (vgl. Abs. 3.2.5.2).

Synonym Evidenzgrad

Spezialisierung Evidenzklasse

Zugehörig → Gültigkeit

Gamification

Definition (vgl.[440, S. 2]) bezeichnet die Nutzung Elementen der Spielentwicklung in nicht-spielerischen Kontexten. Ein zentrales Element der Gamification sind → Achievements.

Synonym Gamifizierung (dt.), Spielifizierung (dt.)

Gebäudeautomatisierungssystem

Definition rechnerbasiertes → Anwendungssystem zur Steuerung von Funktionen verschiedener → Gewerke in Gebäuden. Beispiele sind das automatische regulieren der Raumtemperatur, die Regelung des Heizkreislaufes oder das Schalten von Licht. Umgangssprachlich wird hierfür mitunter der Begriff → Smart Home verwandt, die → Domäne der Gebäudeautomatisierung geht jedoch weit darüber hinaus und umfasst insbesondere auch bei technischen Gebäuden, wie Schwimmbäder, Stadien oder Fabriken. Die technische Realisierung erfolgt i.d.R. durch ein oder mehrere → Bussysteme.

Synonym Smart Home (ugs.)

Zugehörig → Gewerk, → Bussystem

Gewerk

Definition bezeichnet eine Berufsgruppe im Gebäude oder in Wohnungen und leitet sich aus dem Begriff “Handwerk” ab. Umfasst implizit auch eine → Domäne im Gebäude und in der → Gebäudeautomatisierung.

Synonym Profession, Domäne

Zugehörig → Gebäudeautomatisierung

Gültigkeit

Definition signifikanter Zusammenhang von manifester Variable eines → Konzeptes zur Ausprägung einer kontrollierten Variable.

Synonym validity (englisch), Validität

Zugehörig → Evidenz, → Operationalisierung, → Konzept

Handlung

Definition Eine Handlung ist eine soziale Einheit des aktiven Zustands der Gesellschaft und kann eine offene Aktion, eine Emotion oder ein Gedanke sein (vgl. [Bates1975aa, S. 51]). Die Handlung ist die kleinste Einheit von → Verhalten (vgl. [Bates1975aa, S. 385]) zur Veränderung von → Entitäten. Mehrere Handlungen bilden einen → Vorgang und dienen in diesem der Erfüllung einer → Aufgabe. Das latente Gegenstück in der Gesellschaft bilden → Normen.

Synonym Aktivität

Zugehörig → Prozess

Health Information Technology

Definition → Informationstechnologie in der → Domäne der Gesundheitsversorgung und/oder Medizin.

Abkürzung HIT

Spezialisierung → Assistierende Gesundheitstechnologien

Generalisierung → Informationstechnologie

Informatikwerkzeuge

→ siehe Informationstechnologie

Informationstechnologie

Definition Angewandetes Wissen (→ Technologie) der Informatik, welches sich in Software- und Hardware-Werkzeugen (auch → Anwendungssystem) widerspiegelt.

Synonyme information technology (engl.), Informatikwerkzeuge

Spezialisierung → Assistierende Gesundheitstechnologien (AGT), → health information technology (HIT)

Interoperabilität

Definition (nach [443]) ist die Fähigkeit eines → Anwendungssystems mit anderen gegenwärtigen oder zukünftigen → Anwendungssystemen ohne Einschränkungen hinsichtlich Zugriff oder Implementierung zusammenzuarbeiten bzw. zu interagieren.

Spezialisierung syntaktische Interoperabilität, → semantische Interoperabilität

interpersonell

siehe → patientenübergreifend

intrapersonell

siehe → patientenzentriert

Kompetenz

Definition Kompetenz bezeichnet die Fähigkeit und Berechtigung → Normen in → Handlungen umzusetzen. Das Maß für die Güte dieser Umsetzung bezeichnet man als Performanz oder → Qualität.

Zugehörig → Prozess, → Vorgang

Konstrukt (latent)

Definition → Konzept mit einer oder mehreren nicht messbaren (latenten) Variablen. Latente Konstrukte können aus Messungen manifester Variable abgeleitet werden, wenn ihr Zusammenhang durch → Operationalisierung gezeigt wurde und → Gültigkeit hat.

Generalisierung → Konzept

Zugehörig → Operationalisierung

Konzept

Definition theoretisches Konstrukt oder Gedankengerüst zu einem Sachverhalt. In der Domänenmodellierung (→ Domäneninformationsmodell) auch als Klasse oder Objekttyp bezeichnet.

Konzepte können aus nicht direkt messbaren (latenten) Variablen bestehen. Ihr Ausprägung muss durch → Operationalisierung messbar gemacht werden.

Mitunter werden die Begriffe Konzept und Konstrukt synonym gebraucht.

Synonym Schema, Konstrukt (teilweise)

Spezialisierung → Konstrukt (latent)

Zugehörig → Operationalisierung, → Gültigkeit

Living Lab

Definition System aus → Anwendungssystemen und Akteuren [45,47,378] oder Methode [379,380] zur Forschung und Entwicklung in → Domänen des täglichen Lebens.

Synonym Lebenslabor (dt.)

MockUp

Definition Entwürfe für das Aussehen, die Bedienung und den Ablauf eines → Anwendungssystems. Wird insbesondere als Methode zur frühzeitigen Optimierung von → Benutzerinteraktion und → Benutzererfahrung eines rechnerbasierten → Anwendungssystems gebraucht.

Synonym Interaktionsentwurf (dt.)

Generalisierung Methode

Zugehörig → Bedienbarkeit

Modell

Definition (vgl. [79], S. 296) „vereinfachte Repräsentation der Wirklichkeit oder eines Ausschnittes davon. Ein Modell ist ausgerichtet auf eine bestimmte, für eine Fragestellung wesentliche Aspekte der Wirklichkeit bzw. des Wirklichkeitsausschnittes.“

Spezialisierung Prozessmodell, → Domäneninformationsmodell

Normen

Definition “Normen sind [→] Handlungen im abgelegten oder ruhenden Zustand [...] Sie speichern nicht nur Inhalt, Form oder Muster von [→] Handlungen, sondern auch ihre Bedeutung.” (vgl. [120, S. 386], englisch)

Synonym Regeln, Skripte, Muster

Zugehörig Rollenmetamodell (vgl. Abs. 2.2.1.3)

Operationalisierung

Definition Methode zur Ableitung → latenter Konstrukte aus manifesten, messbaren Variablen durch wiederholbaren Nachweis der → Gültigkeit des Zusammenhanges.

Zugehörig → Zuverlässigkeit, → Evidenz

patientenübergreifend

Definition (vgl. [195, S. 221]) Charakteristik einer Auswertung oder Fragestellung, “die sich auf aggregierte Eigenschaften einer vorgegebenen Gruppe von Patienten bezieht.”

Synonym interpersonell

Antonym → patientenzentriert

patientenzentriert

Definition (vgl. [195, S. 221]) Charakteristik einer Auswertung oder Fragestellung, “die sich auf einen einzelnen Patienten bezieht.”

Synonym → intrapersonell

Antonym → patientenübergreifend

Profession

siehe → Gewerk

Prozess

Definition (vgl. [79], S. 291) „Menge von zielgerichteten → Aktivitäten, die in einem logischen und zeitlichen Zusammenhang stehen und in ihrer Gesamtheit zur Erfüllung einer → Aufgabe beitragen. Ein P. wird durch ein Ereignis ausgelöst und ist in sich abgeschlossen, d.h. er hat einen definierten Anfang, eine bestimmbare Dauer und ein definiertes Ende.“

Der Prozess kann als Konzept für einen → Vorgang verstanden werden, wird mitunter jedoch auch synonym genutzt, wenn Schema- und Instanzebene nicht unterschieden werden.

Synonym process (englisch), → Vorgang

Spezialisierung Versorgungsprozess

Prozessmodell

→ siehe Modell

Qualität

Definition Qualität ist das Maß der Kongruenz aus der Erwartung einer → Norm mit dem Produkt einer → Handlung.

Zugehörig → Kompetenz, → Evidenz

Reliabilität

siehe → Zuverlässigkeit

Versorgungsprozess

Definition → Prozess, dessen Aufgabe die medizinische, pflegerische oder soziale Versorgung von Patienten ist.

Generalisierung → Prozess

Technisches Assistenzsystem

Definition Werkzeuge zur Unterstützung von Patienten oder Bewohnern im täglichen Leben.

Der Begriff wird häufig im Kontext des → Ambient Assisted Living genutzt und adressiert vor allem Ältere i.d.R. mit rechnergestützten → Anwendungssystemen. Die wörtliche Bedeutung und ihre Interpretation in der → Domäne des Wohnbaus schränkt jedoch die → Technologie nicht ein, umfasst also auch bauliche Maßnahmen oder Werkzeuge ohne Computertechnologie.

Spezialisierung → Assistierende Gesundheitstechnologien, → Technologie

Überschneidung → Informatikwerkzeug

Zugehörig → Ambient Assisted Living, → Gewerk

Technologie

Definition beschreibt die Gesamtheit des Wissen und dessen praktischer Anwendung in den Grenzen einer → Domäne und ausgerichtet auf ein Ziel.

Synonym Technik

Spezialisierung → Informationstechnologie, → Assistierende Gesundheitstechnologien

Zugehörig Werkzeug

Telegramm

Definition Datenstruktur zur Kapselung von Kommunikationsinhalten (Nachrichten) in → Bussystemen.

Synonym Bustelegramm

Zugehörig → Busknoten

→ Bussystem

Perzeptive Ähnlichkeit

Definition (übersetzt aus [204]) „Perzeptive Ähnlichkeit definiert, wie nahe sich zwei Darstellungen aufgabenrelevanter Informationen aus Sicht der Nutzer sind.“ Perzeptive Nähe wird in verschiedenen Dimensionen angewandt und kann die Darstellung (Farbe, Größe, Form) oder die Verarbeitung (→Handlung) betreffen.

Synonym Proximity (engl.), perceptual similarity (engl.)

Spezialisierung Task Proximity, Display Proximity, Processing Proximity

Semantische Interoperabilität

Definition ist die Fähigkeit zur → Interoperabilität durch Nutzung eines gemeinsamen → Domäneninformationsmodells.

Generalisierung Interoperabilität

Smart Home

Definition (vgl. [VDE2014]) wohnungs- und gebäudebezogene → Informatikwerkzeuge zur Steigerung von Komfort und Sicherheit sowie mit Anbindung an Entertainment-Anwendungen. Smart Home wird auch als Marketingbegriff für Technische Assistenzsysteme verwandt.

Überschneidung → Ambient Assisted Living, → Gebäudeautomatisierungssystem

Generalisierung → technische Assistenzsysteme

Validität

siehe → Gültigkeit

Verhalten

Definition “Die kleinste Einheit von Verhalten ist die → Handlung.” (vgl. [120, S. 385])

Synonym behavior (engl.)

Zugehörig → Handlung, → Vorgang

Vorgang

Definition (vgl. [127, S. 25]) „Ein Vorgang ist eine Aufgabendurchführung durch einen Aufgabenträger. Er nimmt Bezug auf einen Aufgabenträger (Aufgabenträgerinstanz), auf die räumlichen und zeitlichen Aspekte der Aufgabendurchführung, ein oder mehrere Arbeitsobjekte, die eingesetzten Arbeits- und Hilfsmittel sowie die Ergebnisse der Aufgabendurchführung.“

Der Vorgang kann als die Instanziierung eines \rightarrow Prozesses verstanden werden, wird mitunter jedoch auch synonym genutzt, wenn Schema- und Instanzebene nicht unterschieden werden.

Synonym Aktivität

Zugehörig \rightarrow Aufgabe, \rightarrow Verhalten, \rightarrow Prozess

Zuverlässigkeit

Definition ist ein Kriterium für Datenqualität und ein Maß für die Reproduzierbarkeit der Ableitung eines \rightarrow latenten Konstruktes aus manifesten (gemessenen) Variablen.

Synonym Reliabilität, reliability (englisch)

Zugehörig \rightarrow Gültigkeit

C Partner und Akteure

Eine Arbeit, wie die vorliegende, kann nicht ohne Unterstützung und Zusammenarbeit mit Partnern erfolgen. Im Folgenden seien die wichtigsten genannt. Darüber hinaus haben an den Projekten und Entwicklungen natürlich noch eine Zahl weiterer Einrichtungen und Personen mitgewirkt.

C.1. Nibelungen Wohnbau GmbH

Die Nibelungen Wohnbau GmbH (NiWo) ist mit ca. 8.000 Wohnungen und 101 Mitarbeitern das zweitgrößte Wohnbauunternehmen im Stadtgebiet Braunschweig [444] und ist zu 100% Tochtergesellschaft der Stadt Braunschweig. Die Mehrheit der Demonstratoren des PLRI für AAL-Umgebungen werden in Wohnungen der NiWo realisiert. Als direkter Projektpartner im BASIS Projekt setzt das Unternehmen auf die technischen Möglichkeiten gewerkeübergreifender Gebäudeautomatisierung und treibt das Vorhaben maßgeblich voran, indem alle Neubauten mit den Voraussetzungen für BASIS ausgerüstet werden.


Maßgebliche Akteure in der Zusammenarbeit im Kontext dieser Arbeit waren:

- Thorsten Voß (Geschäftsführer, seit 04/2018)
- Rüdiger Warnke (Geschäftsführer a.D.)
- Rouven Langanke (Prokurist)
- Iris Haller (Sozialmanagement)

Über die NiWo erfolgte der Kontakt und die Zusammenarbeit mit den Dachverbänden für die Wohnungswirtschaft auf Landes- und Bundesebene, namentlich der vdw¹ (Verband der Wohnungs- und Immobilienwirtschaft in Niedersachsen und Bremen e.V.) und GdW (Bundesverband deutscher Wohnungs- und Immobilienunternehmen e.V.).

C.2. Städtisches Klinikum Braunschweig

Das städtische Klinikum Braunschweig (SKBS) ist ein Krankenhaus der Maximalversorgung in Braunschweig mit 1.475 stationären Betten und ca. 4.000 Mitarbeitern. Als gGmbH ist es zu 100% Tochtergesellschaft der Stadt Braunschweig und versorgt jährlich ca. 65.000 stationäre und 200.000 ambulante Patienten der Region [445].

Das SKBS war Projektpartner der GD Bank und in Person des ärztlichen Direktors Mitglied der Arbeitsgruppe 11: Gesundheit für das ISEK 2030. Darüber hinaus unterstützt das Klinikum nachhaltig die Entwicklung der *Modellstadtinitiative Braunschweig: Vision Wohnen*²⁰³¹  und der Unterprojekte.


Maßgebliche Akteure in der Zusammenarbeit im Kontext dieser Arbeit waren:

¹Kleinschreibung intendiert

- Dr. med. Thomas Bartkiewicz (Ärztlicher Direktor)
- PD Dr. med. Alexander Diehl (Chefarzt, Klinik für Psychiatrie)
- Dr. med. Jan Ballof (Oberarzt, Medizinische Klinik II, Kardiologie und Angiologie)
- Ann-Katrin Lumpe (Assistentin des Ärztlichen Direktors)
- Dr. Christoph Seidel (ehem. CIO, bis 2018)

C.3. Gesundheitsamt Braunschweig

Das Gesundheitsamt ist eine Abteilung der Stadt Braunschweig im Fachbereich *Soziales und Gesundheit*. Primäre Aufgaben sind die Umsetzung kommunaler Gesundheitsförderung und die Bereitstellung der jugend-, sozial- und amtsärztlichen Dienste [446].

Im Prozess der Entwicklung des ISEK 2030 oblag dem Gesundheitsamt die Leitung der Arbeitsgruppe 11: Gesundheit. Der Prozess selbst und die Freiheiten in der AG erlaubten es dem Autor die Ideen des Gesundheitsstandortes Wohnung einzubringen, weiterzuentwickeln und im, durch den Rat beschlossenen, ISEK 2030 zu verankern. Ferner ist die Arbeitsgruppe über den ISEK Prozess hinaus das Steuerungsgremium für die *Modellstadtinitiative Braunschweig: Vision Wohnen*²⁰³¹ .

Maßgebliche Akteure in der Zusammenarbeit im Kontext dieser Arbeit waren:

- Dr. med. Brigitte Buhr-Riehm (Leiterin Gesundheitsamt, Amtsärztin)
- Rainer Schubert (Gesundheitsplanung im Fachbereich Soziales und Gesundheit)

Als Leiterin der ISEK AG 11 ist Dr. Buhr-Riehm verantwortlich für den Beschluss der Handlungsaufträge und Maßnahmenblätter (vgl. Anhang D) sowie für den Text des Rahmenprojektes R.23 “Gesund vernetzt” (siehe Abb. 3.27).

C.4. Rettungsdienst Braunschweig

Der Rettungsdienst (RD) in Braunschweig wird getragen von der Stadt Braunschweig und ist Teil des Fachbereichs *Feuerwehr* [447]. Der RD hat in Person des jeweils aktuellen ärztlichen Leiters (ÄLRD) am ISEK Prozess mitgewirkt und ist Projektpartner im Projekt NOVELLE (vgl. Abs. 3.2.9.3). Die Konzepte zur Weiterleitung von Notrufdaten aus der Wohnung zum RD, wie sie in dieser Arbeit dargestellt sind, basieren auf der Zusammenarbeit des Autors mit dem ÄLRD in verschiedenen Projekten [104,448].

Maßgebliche Akteure in der Zusammenarbeit im Kontext dieser Arbeit waren:

- Dr. med. Andreas Günther (ÄLRD bis 2018)
- Dr. med. Andreas Höft (ÄLRD ab 2019)
- Sybille Schmid (Medizindokumentation, Trägeraufgaben Rettungsdienst)

D ISEK BS 2030 Dokumente

D.1. Sachstand: Gesundes Wohnen

Nachfolgend findet sich das Dokument “Sachstand: gesundes Wohnen”, das im Arbeitsprozess für das “Integrierte Stadtentwicklungskonzept Braunschweig 2030” (vgl. [381]) verfasst wurde. Ziel war die kurze Darlegung eines Sach- und Wissensstandes zu Ambient Assisted Living, technischen Assistenzsystemen und assistierenden Gesundheitstechnologien für die Arbeitsgruppe “AG 11: Gesundheit”. Da es sich um ein unveröffentlichtes Dokument für die Arbeitsgruppe handelt, ist es hier im Volltext eingefügt.

Sachstand: gesundes Wohnen

Integriertes Stadtentwicklungskonzept Braunschweig 2030

Jonas Schwartz, Prof. Dr. Reinhold Haux

29. August 2018

Einleitung

Die primäre Rolle der Wohnung im wörtlichen Sinne ist die Schaffung von Zufriedenheit. In ihrer Rolle als Gesundheitsstandort zielen Aktivitäten im Rahmen dieser Rolle also auf die Herstellung und Erhaltung von Zufriedenheit ab. Über die Abwesenheit von Krankheit hinaus setzt sich dieses Wohlbefinden (in der Originalliteratur "well-being") je nach Quelle aus drei bis sieben Dimensionen zusammen. Dazu gehören physische, funktionale, mentale, seelische, soziale, emotionale und spirituelle Gesundheit. [1–3] Alle Dimensionen bilden einen Zustand des Wohlbefindens, der insbesondere auch von der (häuslichen) Umgebung beeinflusst wird.

Zentraler Punkt in der Forschung der Medizininformatik ist der Einsatz Technischer Assistenzsysteme um alle Dimensionen von Wohlbefinden zu adressieren und so die Lebensqualität insgesamt zu verbessern. Der Komplex "Technikunterstütztes Wohnen" ist Teil des siebten Altenbericht der Bundesregierung [4].

Entsprechend der hier eingeflossenen Expertisen und können körperbezogene (am oder im Körper) und raumbezogene (in oder um die Wohnung) technische Assistenzsysteme eine Reihe von Aufgaben wahrnehmen

1. Primäre (gesundheitsbezogene) Aufgaben [5]:
 - Erkennung von Notsituationen und Generieren eines Alarms [7]
 - Versorgungsmanagement (insb. chronisch Kranker)
 - Gesundheitsmonitoring
2. Sekundäre (begleitende) Aufgaben:
 - Sicherung Sozialer Teilhabe und Kommunikation
 - Alltagsassistenz

- Schulung und Aufklärung

3. Tertiäre (technische) Aufgaben:

- Messung personenbezogener und ambierter Parameter
- Sichere Speicherung personenbezogener Daten und Informationen (z.B. in Form einer persönlichen Elektronischen Patientenakte)
- Realisierung standardisierter Schnittstellen zur Sicherung der Interoperabilität

Als Rahmen für diesen Kontext auch interessant sind Wohnbegleitenden Dienstleistungen (z.B. häusliche Pflege) Stadtplanungskonzepte, wie das Generationsangepasste Nahversorgungssituation [8].

Grundbegriffe

Assistierende Gesundheitstechnologie „sind Informatikwerkzeuge, die systematisch Daten, Informationen und Wissen über den Gesundheitszustand eines Menschen in seinem natürlichen Lebensumfeld verarbeiten. Hierbei verfolgen sie das Ziel, den Gesundheitszustand des Menschen zu erhalten, zu verbessern und/oder die negativen Folgen einer Erkrankung zu mindern und damit ein aktives, selbstbestimmtes und selbst gestaltetes Leben zu fördern.“ [9]

Abkürzung: AGT

Synonym: health enabling technology (engl.)

Überschneidung: Telemedizin

Generalisierung: Technologie, Technische Assistenzsysteme

Sensoren sind (eingebettete) Rechnersysteme, die Signale von Personen, Gegenständen oder Orten aufzeichnen und Daten über ihren Zustand generieren. Typische Sensoren sind Präsenzmelder, Schließkontakte, → Accelerometer **Synonym:** Messfühler

Zugehörig: → Aktor

Aktoren sind technische Systeme, die auf Grund einer Eingabe (Trigger) eine physische Aktion auslösen oder durchführen. Als Aktoren in der Domäne intelligenter Wohnsysteme bezeichnet man z.B. Relais, Stellmotoren oder Heizungsventile. Im Bereich der → AGT können dies auch Hinweismonitore, Kontrollleuchten oder Softwareprodukte sein.

Synonym: Aktuator, Effektor

Zugehörig: → Sensor

Accelerometer sind → Sensoren, die Beschleunigungen in bis zu drei zueinander orthogonalen Achsen messen. Mit den durch sie gewonnenen Daten, kann eine Aussage über Lage und Bewegung eines Objektes oder einer Person im Raum getroffen werden. Hieraus lassen sich weiterführende Informationen (z.B. Aktivitätsklassen, Schritte, etc.) ableiten.

Synonym: Beschleunigungsmesser

Generalisierung: Sensor

Interoperabilität ist die Fähigkeit eines Anwendungssystems mit anderen gegenwärtigen oder zukünftigen Anwendungssystemen ohne Einschränkungen hinsichtlich Zugriff oder Implementierung zusammenzuarbeiten bzw. zu interagieren. [10]

Spezialisierung: syntaktische Interoperabilität, semantische Interoperabilität

Bussysteme ermöglichen die Datenübertragung zwischen Kommunikationsteilnehmern und zeichnen sich durch ihre einfache und sparsame Realisierung aus.

Spezialisierung: Hausbussystem

Generalisierung: Kommunikationssystem

Stand der Forschung

Im Kontext der Wohnung als diagnostischer und therapeutischer Raum sind u.a. die folgenden Projekte relevant.

GAL NATARS

Im Niedersächsischen Forschungsverbund "Altergerechte Lebenswelten" sind über fünf Jahre verschiedene Technische Assistenzsysteme in 79 Wohnungen gebracht worden. Zentrale Fragestellung des Gesamtprojektes war, inwiefern Informations- und Kommunikationstechnologie die Lebensqualität und Gesundheit erhalten oder verbessern kann. Teil des GAL Projektes war die GAL NATARS Studie [11], welche sich auf das poststationäre, häusliche Monitoring von Frakturpatienten durch Sensoren in der Wohnung konzentriert hat. In Messzeiträumen von drei Monaten sind 14 Probanden untersucht worden. Wöchentliche geriatrische Assessments ergaben die Vergleichsdaten. Eingesetzt wurden körperbezogene Accelerometer, Präsenzmelder, Türkontakte, Erschütterungssensoren und Strommessgeräte. Die Ergebnisse zeigen eine hohe Akzeptanz der Technologie und eine sehr gute technische Machbarkeit. Vorläufige inhaltliche Ergebnisse der Messdaten lassen teilweise sehr deutliche Verhaltensmuster erkennen. Insbesondere eine Koinzidenz von Verbesserung der Assessmentergebnisse und z.B. Beschleunigung von Wegstrecken in der Wohnung ist erkennbar.

BASIS

Aktuelle System zur Gebäudeautomatisierung definieren eng umgrenzte Anwendungsgebiete, benötigen viel Energie oder skalieren nicht für eine große Zahl von Installationen. Dies gilt vor allem im Kontext der zunehmenden Zahl von Akteuren im häuslichen Umfeld. Gewerke, wie das Energiemanagement, das technische Gebäudemanagement, die Heizungs- und Klimasteuerung, SmartHome-Komponenten und bedienen sich dezidiert, meist proprietärer Technologien ihrer eigenen Domäne. BASIS (Building Automation durch ein Skalierbares Intelligentes System, [12]) kommt dieser Anforderung nach einer effizienten multimodalen sensorischen Absicherung für den jeweiligen domänenspezifischen Aufgabenbereich bei gleichzeitiger Reduktion der aufgewendeten Ressourcen nach. Die Realisierung erfolgt durch ein logisch separierbares Bussystem, welches neben grundlegenden Steuerungsfunktionen vor allem auch komplexe Datenanalysen zur Informationsgewinnung durchführen kann. BASIS ist in sechs Musterwohnungen der Nibelungen Wohnbau GmbH in Querum installiert worden. Die Grundfunktionalitäten der Gebäudesteuerung (Licht, Heizung, etc.), sowie erste Assistenzanwendungen (optische Klingeldarstellung, Herdabschaltung, etc.) sind realisiert worden. Der aktuelle Fokus liegt auf der Implementierung von Langzeitbeobachtungs- und Speichertechniken zur detaillierten Ableitung von Verhaltensmustern.

MSSWG

Das Projekt „modernes, sicheres und selbstbestimmtes Wohnen in Gesundheit“ (MSSWG) hat u.a. zum Ziel neue diagnostische Erkenntnisse zu erhalten, die für die Mieter oder für deren Versorger im Hinblick auf ein sicheres und selbstbestimmtes Wohnen in Gesundheit hilfreich sind. Hierfür soll ein Forschungsregister für die Erhebung, Sammlung und Speicherung von gesundheitsbezogenen Daten, die innerhalb der Wohnung durch raumbezogene Sensoren erfassbar sind, aufgebaut werden. Die gesundheitsbezogenen Daten umfassen dabei Alltagsaktivitäten, -abläufe und -gewohnheiten, Bewegungs-, Hygiene-, und Ernährungsverhalten, sowie Raumklima. Basierend auf den Daten des Registers sollen unter Berücksichtigung des Datenschutzes Analysen zur Erkennung von allgemeingültigen Mustern durchgeführt werden. Diese Muster sollen einen Mehrwert zum Wohnen im gewohnten Umfeld sowohl in Gesundheit als auch in Krankheit bieten und Rückschlüsse für den Aufbau des nicht technischen Leistungs- und Maßnahmenkataloges in Bestandswohnungen ermöglichen.

Im Rahmen des Projektes soll für dieses Forschungsregister die notwendige Infrastruktur aufgebaut werden. Dafür sind zum einen die Ausstattung von Wohnungen mit raumbezogener Sensortechnik und zum anderen die Realisierung des Forschungsregisters notwendig. Für die Ausstattung der Wohnungen ist durch die Wiederaufbau des Wohnprojekt Ilmenaustraße angedacht, wobei bei den Planungen bereits darauf geachtet wird, dass diese Infrastruktur im bewohnten Zustand der Wohnungen einbaubar ist. Der Aufbau und die Verwaltung des Registers erfolgt über das PLRI, ebenso erfolgt dort die Speicherung der Daten. Neben der Planung der Infrastruktur ist auch die Einbindung und Sensibilisierung der Betreuer/innen und der Mieter/innen ein wesentlicher Baustein im Projekt. Hierfür sollen Informationsveranstaltungen für die Betreuer/innen und Mieter/innen durchgeführt werden. (Abschnitt von [13])

PsyAGT-Studie

Die PsyAGT-Studie zielt auf die Unterstützung der psychiatrischen Behandlung und Therapie von unipolaren Depressionen durch Einsatz und Nutzung assistierender Gesundheitstechnologien ab. Gemeinsam mit der Klinik für Psychiatrie, Psychotherapie und Psychosomatik des Städtischen Klinikums Braunschweig mit diagnostizierter unipolarer Depression in der offenen stationären Behandlung durch den Einsatz von Sensorik begleitet. Primäres Ziel ist die Untersuchung möglicher Korrelationen zwischen sensorgenerierten Daten und den Symptomen, den Ausprägungsgraden der Erkrankungen sowie einzelner Parameter der Depression, sowie die Beobachtung der Entwicklung der psychiatrischen Symptomatik, des Therapieverlaufs und der Effizienz der Therapie in Bezug auf diese Korrelationen. Sekundäre Ziele der Studie sind die Darstellung der technischen Machbarkeit und die kasuistische Beschreibung der aufgezeichneten Sensordaten, Eignung dieser Sensordaten für die Früherkennung und Verlaufsbeurteilung der psychischen Erkrankungen sowie Abschätzung, ob mit dem Einsatz von Sensoren ein Mehrwert für Ärzte und Therapeuten in der Diagnostik und Therapie dieser Erkrankungen möglich ist. Untersuchung der Akzeptanz gegenüber der eingesetzten Technik. (Beschreibung aus dem Studienplan, unveröffentlicht)

AGT Reha

Das Projekt AGT Reha adressiert den Einsatz Assistierender Gesundheitstechnologien für das medizinische Tele-Reha-Training. [14] Zentraler Inhalt des durch die Deutsche Rentenversicherung geförderten Projektes ist die Entwicklung und Machbarkeitsüberprüfung der Unterstützung der häuslichen medizinischen Trainingstherapie in der ambulanten Post-Rehabilitationsphase mit assistierenden Gesundheitstechnologien. Primärziel ist die Arbeitsfähigkeit nachhaltig zu sichern. Das Projekt hat bereits verschiedene Phasen der technischen Machbarkeitsprüfung durchlaufen und geht in eine Wirksamkeitsstudie über.

Eingesetzte Methoden

Im folgenden Abschnitt soll ein kurzer Überblick zu eingesetzten Methoden in der Forschung zu AGT gegeben werden. Wesentliche Unterschiede ergeben sich in der Wahl der technischen Assistenzsysteme, der Analysemethoden zur Informationsgewinnung und der Evaluationsmethoden. Zusammen ergibt sich ein Reifegrad einer Technologie. Die EU beschreibt diesen für Forschungsprojekte z.B. in Form von neun-Punkt ordinal skalierten "Technology readiness levels" (TRL, [15]). Die Skala reicht von "TRL 1 – basic principles observed" (grundlegende Prinzipien beobachtet) zu "TRL 9 – actual system proven in operational environment [...]" (kompetitive Marktreife mit Zertifizierung/Validierung).

Technische Ausstattung

Der technische Kontext von AGT-Projekten beschreibt sich durch den Ort der Messung, die Datenquellen und deren Typ. [5] Damit einher gehen die Wahl der Sensoren und die notwendige Realisierung im Feld.

Körperbezogene Messungen erfolgen in der Regel mit Accelerometern, Pulsuhren (ggf. mit Brustgurten), elektrochemischen Sensoren (z.B. zur Messung des Hautleitwiderstandes, engl. *galvanic skin response*, GSR), elektromechanischen Sensoren (z.B. zur Messung der Atemfrequenz) oder integrierten Geräten mit einer Vielzahl an Sensoren. Positioniert werden die Geräte am Gürtel, Handgelenk, Oberarm, Brust oder Fuß, wobei auch mehrere Sensoren zusammen und in Relation zueinander genutzt werden.

Ambiente Sensorik kommt u.a. in Form von Präsenzmeldern (Bewegungsmelder), Schließkontakten, Erschütterungssensoren, Strommessgeräten, Wasserzählern, Lichtschranken, 3D-Tiefenkameras, Feuchtesensoren, Lichtmengenmesser, Temperatursensoren und Luftqualitätsmessern vor. Ferner finden entsprechende Aktoren in u.a. Licht, Heizung, Steckdosen, Rollos, Fenstern, Türschlössern, Klingeln und angeschlossenen Elektrogeräten (z.B. Herd und Backofen) Anwendung.

Die Kommunikation der Komponenten halten die Systeme mit unterschiedlichen Technologien aufrecht. Kabelgebundene Ansätze nutzen meist ein Bussystem (z.B. EIB, KNX, BASIS, CAN) oder ein Ethernet Netzwerk zum Anschluss der Sensorik und Aktorik. Der Vorteil liegt in der Zuverlässigkeit und Sicherheit sowie der fehlenden Notwendigkeit von Batterien. Kabellose Systeme nutzen einerseits einfache, meist proprietäre Funkstandards (z.B. FS20) oder andererseits offene Standards, wie Bluetooth (IEEE 802.15.1), ZigBee (IEEE 802.15.4) oder Wireless LAN (IEEE 802.11). Da sich drahtlose Sensoren und Aktoren sehr

leicht anbringen und entfernen lassen, sind sie für Nachrüstungen oder begrenzte Projekteinsätze interessant. Die Kommunikation ist jedoch zuweilen unzuverlässig und durch den Batteriewechsel unter Umständen wartungsintensiv.

Direkt aus der Kommunikationstechnologie folgt die Art des Einbaus. Kabelgebundene (Bus-)Systeme müssen entweder bei Hausbau, Renovierung oder Restaurierung angebracht werden. Der Aufwand kann durch den Einsatz von Flachkabeln unter Tapeten ggf. verringert werden. Drahtlose Systeme sind flexibel einsetzbar, sofern physische Grenzen und Interferenzen die Kommunikation zulassen.

Weitere Parameter, wie Energieeffizienz, Zertifizierung und Zulassung oder Nachhaltigkeit sind zu bedenken.

Projektcharakter

Projekte um technische Assistenzsysteme mit ambierter Sensorik im häuslichen Umfeld adressieren in der Mehrzahl bisher niedrige TRL. Es fehlt an systematischen Studien zu Wirksamkeit und Nutzen von "smart home technologies" [16]. Postulierter und empirischer Nutzen gehen oft weit auseinander. Besser sind enger gefasste Projekte aus dem Bereich der Telemedizin und des Telemonitoring. Hier zeigen sich teilweise signifikante Verbesserungen der Lebensqualität oder gar Mortalitätsrate. (Quelle und weitere Einschätzungen in [6], Abs. 3)

Datenquellen und Messwerte

Die häufigsten Messwerte körperbezogener Sensorik sind die Beschleunigung als Ausdruck von Bewegung sowie physiologische Parameter des Herzens, der Atmung oder Haut. Hieraus lassen sich sekundäre Informationen ableiten (z.B. Aktivitätsniveaus, Schlafqualität, etc.)

Die häufigsten Messwerte ambierter Sensorik sind Präsenz, Tür-/Fensterstatus (geöffnet / geschlossen), Raumhelligkeit, Raumtemperatur und Luftfeuchtigkeit/-qualität.

Komplementär dienen verifizierte Methoden (z.B. geriatrische Assessments, psychologische Fragebögen) oder medizinische Begleituntersuchungen als Vergleich und weitere Datenquelle.

Analysemethoden

Je nach Projektcharakter und -zielstellung finden unterschiedliche Analysemethoden Anwendung. Bisher waren Untersuchungen häufig explorativ und stützen sich entsprechend auf statistische Beschreibungen zur Generierung von Hypothesen. Aktuell wird die grundlegende Struktur von Daten durch Zeitreihenanalysen, Klassifikation, Indexierung oder Optimierung beschrieben. Das Ziel ist die Generierung von empirisch belegten klinischen Aussagen durch den Einsatz von automatisierten Klassifikationsverfahren (maschinelles Lernen) durch z.B. Entscheidungsbäume, Regeln oder Neuronale Netze.

Anforderungen

Zukünftige Beiträge technischer Assistenzsysteme sind in der Expertise zum 7. Altenbericht der Bundesregierung [4] ausführlich dargestellt [6]. Stark verkürzt lassen sich folgende Aussagen treffen:

- Technische Assistenzsysteme (wie hier beschrieben) sind technisch machbar und breit einsetzbar.
- Durch weiterentwickelte Systeme sind vergleichsweise kostengünstige Diagnose- und Therapieverfahren zu erwarten.
- Die Informiertheit betrachteter und in Bezug stehender Personen wird steigen.
- Das Selbstverständnis und Kommunikationsverhalten gegenüber Pflege, Therapeut und Dienstleister wird sich verändern.
- Technische Assistenzsysteme fokussieren ggf. nicht primär medizinische Anwendungen, z.B. aus dem Bereich der Konsumelektronik.
- Gewonnene Daten und Informationen technischer Assistenzsysteme sind potentiell relevant für weitere Versorgungseinrichtungen.

Hieraus ergeben sich eine Reihe von konkreten Anforderungen an die Planung und Entwicklung technischer Assistenzsysteme im allgemeinen, jedoch insbesondere auch im Wohnumfeld:

Breite Verfügbarkeit von entsprechenden Systemen ermöglicht die Durchführung systematischer Studien mit flexiblen Einschlusskriterien. Ferner ermöglicht die grundlegende Verfügbarkeit der Technologie eine flexible, bedarfsgerechte Konfiguration (z.B. nach einem Sturz). Nur wenn bestehende Systeme (z.B. SmartHome Komponenten) mitgenutzt werden können, ergibt sich eine effiziente Einsetzbarkeit.

Integration in die Gesundheitsversorgung durch die Einbindung der Informationen in die diagnostischen und therapeutischen Prozesse angrenzender Versorgungs- und Pflegeeinrichtungen sowie die gesamte Versorgungskette. Elektronische Patientenakten bei den Primär- und Sekundärversorgern sollen Informationen aus dem Gesundheitsstandort Wohnung beinhalten und relevante Informationen hierhin zurückgeben.

Einbettung in Aus-, Fort- und Weiterbildung sowie Beratungsangebote der Ärzte, Pflegekräfte und technischen/handwerklichen Berufsgruppen.

Die Erhöhung der Lebensqualität durch den Einsatz technischer Assistenzsysteme in der Wohnung ist ein iterativer Kreislauf, von der Verfügbarmachung über die Empirische Validierung hin zum nutzenbringenden Einsatz. Diesen Kreislauf spiegelt alle Fachbereiche der Stadtentwicklung wider und ist nachhaltig nur durch die Etablierung eines Forschungs- und Entwicklungsumfeldes für Lebenswelten (Living Lab) abzubilden.

Anhang

Literatur

1. Phelan EA, Anderson LA, LaCroix AZ, Larson EB. Older adults' views of successful aging-how do they compare with researchers' definitions? J Am Geriatr Soc 2004 Feb;52 (2):211-6.

2. Dunn HL. High-level wellness for man and society. *Am J Public Health Nations Health* 1959 Jun;49 (6):786–92.
3. Greenberg JS. Health and wellness: A conceptual differentiation. *Journal of School Health* 1985;55 (10):403–406.
4. Deutsches Zentrum für Altersfragen (DZA). Siebte altenbericht der bundesregierung. Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend; 2016.
5. Kohlmann M, Gietzelt M, Jähne-Raden N, Marschollek M, Song B, Wolf K-H, Haux R. A collaboration tool based on snocap-het. *Journal of Medical Systems* 2013;38 (1):9996. <http://dx.doi.org/10.1007/s10916-013-9996-6>.
6. Haux R. Technische systeme im pflege- und versorgungsmix für ältere menschen. In: Expertisen zum siebten altenbericht der bundesregierung. Jenny Block; Christine Hagen; Frank Berner; 2016.
7. Schwartz J, Günther A, Wolf K-H, Haux R. Integration neuartiger gesundheitsdatenquellen in präklinische versorgungsprozesse. In: Nussbeck SY, Wolff S, Rienhoff O, editors. Abstractband gmds 2014. Göttingen: Deutsche Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie (GMDS) e.V. Schattauer; 2014 p. 543–545. <http://dx.doi.org/10.3205/14gmds029>.
8. Dietrich A, Eißner C, Denzer V. Alternde quartiere in chemnitz herausforderungen für grundversorgung und mobilität von morgen. Leipzig, Deutschland: Institut für Geographie der Universität Leipzig (IfG) in Kooperation mit dem Verband Sächsischer Wohnungsgenossenschaften e. V. (VSWG); 2016.
9. Ludwig W. Ein ansatz zur transinstitutionellen geschäftsmodellierung altersbezogener hybrider dienstleistungen auf basis assistierender gesundheitstechnologien. 2012;
10. Association Francophone des Utilisateurs de Logiciels Libres. Definition der interoperabilität. 2016; <http://interoperability-definition.info/de/>.
11. Marschollek M, Becker M, Bauer JM, Bente P, Dasenbrock L, Elbers K, Hein A, Kolb G, Kunemund H, Lammel-Polchau C, Meis M, Meyer Zu Schwabedissen H, Remmers H, Schulze M, Steen EE, Thoben W, Wang J, Wolf KH, Haux R. Multimodal activity monitoring for home rehabilitation of geriatric fracture patients—feasibility and acceptance of sensor systems in the GAL-NATARS study. *Inform Health Soc Care* 2014;39 (3-4):262–271.
12. Schwartz J, Schrom H, Wolf K-H, Marschollek M. Facilitating inter-domain synergies in ambient assisted living environments. *Studies in Health Technology and Informatics* 2016;228:476–480.
13. Peter L. Reichertz Institut für Medizinische Informatik. MSSWG - modernes, sicheres und selbstbestimmtes wohnen in gesundheit. 2017; <https://plri.de/forschung/projekte/msilh>.
14. Peter L. Reichertz Institut für Medizinische Informatik. AGT reha - assistierende gesundheitstechnologien für das medizinische tele-reha-training. 2017; <https://plri.de/forschung/projekte/agt-reha>.
15. HORIZON 2020 - Work Programme 2016-2017. Technology readiness levels (trl). European Commission; 2016.
16. Martin S, Kelly G, Kernohan WG, McCreight B, Nugent C. Smart home technologies for health and social care support. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2008; (4) <http://dx.doi.org/10.1002/14651858.CD006412.pub2>.

Abbildung D.8.: Sachstand: Gesundes Wohnen. Erarbeitet für die ISEK Braunschweig 2030 Arbeitsgruppe
11: Gesundheit - Seite 8 (Quelle: eigener Text)

D.2. Handlungsauftrag: Gesundes Wohnen

Nachfolgend findet sich das Dokument “Handlungsauftrag: gesundes Wohnen”, das im Arbeitsprozess für das “Integrierte Stadtentwicklungskonzept Braunschweig 2030” (vgl. [381]) verfasst wurde. Ziel war die Empfehlung von Maßnahmen zur strategischen Verankerung des Handlungsfeldes “gesundes Wohnen” in der Stadtentwicklung auch Sicht der Arbeitsgruppe “AG 11: Gesundheit”. Da es sich um ein unveröffentlichtes Dokument für die Arbeitsgruppe handelt, ist es hier im Volltext eingefügt.



Handlungsauftrag: gesundes Wohnen

Integriertes Stadtentwicklungskonzept Braunschweig 2030

Jonas Schwartz, Alina Schwarz, Prof. Dr. Reinhold Haux

22. Oktober 2018

Das gesunde und sichere Wohnumfeld ist ein Primärbedürfnis aller Altersgruppen. Es erhält und steigert Selbstbestimmung und Wohlbefinden in physischer, mentaler, emotionaler und sozialer Dimension. Technische Assistenzsysteme können helfen gesund zu bleiben, gesund zu werden, sich zu informieren, in Kontakt zu bleiben oder sich verändernde Lebensumstände zu begleiten. Die Gesundheitsversorgung kann umfassender und effektiver gestaltet werden. Einzelne Wohnungen sind ausgerüstet und bewohnt, die Zahl ist jedoch noch zu gering. Ziel des gesunden Wohnens ist es, das altersangepasste, technisch assistierte Wohnen in Sicherheit und Wohlbefinden in allen Lebensphasen zu ermöglichen sowie ein Innovationsumfeld zur stetigen Verbesserung der Wohnformen in Braunschweig schaffen.

Motivation

Die Schaffung eines sicheren Wohnumfeldes zum Erhalt und zur Steigerung des Wohlbefindens in physischer, mentaler, emotionaler und sozialer Dimension ist ein Primärbedürfnis aller Altersgruppen. Eingefasst von der demografischen Entwicklung ergeben sich Handlungsfelder von der altersunabhängigen Etablierung der Wohnung als diagnostischer und therapeutischer Raum hin zur Sicherung von langem, selbstbestimmten Wohnen im Alter. Der enge Bezug von Wohnen in Wohlbefinden zu anderen Handlungsfeldern, macht es zu einer zentrale Komponente der Stadtentwicklung.

Ziele

Die primären Ziele der Handlungen sind:

- Z1** Die umfassende Sicherung von altersangepasstem, technisch assistierten Wohnen in Sicherheit und Wohlbefinden in allen Lebensphasen, unter Erhalt und Verbesserung der Selbstbestimmung und der physischen, mentalen, emotionalen und sozialen Gesundheit der Bewohner.
- Z2** Die Schaffung eines Innovationsumfeldes zur stetigen Verbesserung der Wohnformen und ihrer Einbindung in die Organisations-, Ausbildungs- und Beratungsstrukturen angrenzender Handlungsfelder in Braunschweig als Living Lab.

Handlungsaufträge

- Auftrag** Die Stadt soll ein Forum “gesundes Wohnen” organisieren, welches die Partner angrenzender Handlungsfelder zusammenbringt. Hier sollen die strategischen Rahmenbedingungen der technisch-organisatorischen Entwicklung neuer Wohnformen gemeinsam erarbeitet und abgestimmt werden.
- Auftrag** Die Stadt soll bei Renovierung und Neubau weiterhin die Schaffung barrierearmer und -freier Wohnungen forcieren sowie zusätzlich auf die grundlegende Ausstattung mit technischen Assistenzsystemen hinwirken.
- Auftrag** Die Stadt soll das Beratungsangebot zu Möglichkeiten des assistierten und komfortablen Wohnens auf alle Altersgruppen ausbauen.
- Auftrag** Bewohner sollen die Möglichkeit haben, ihre wohnungsbezogenen Daten anonymisiert zu Forschungszwecken in einem zentralen Register zur Verfügung zu stellen, um fundierte empirische Forschung zu ermöglichen.
- Auftrag** Übergeordnete Bestrebungen der Region oder des Landes zur Vernetzung der Gesundheitsstandorte und damit auch die Einbindung der Wohnung sollen aufgenommen und aktiv unterstützt werden.

D.3. Maßnahmenblätter AG11

Nachfolgend finden sich die Maßnahmenblätter zu den Handlungsaufträgen “gesundes Wohnen” und “Digitale Vernetzung” aus dem Arbeitsprozess für das “Integrierte Stadtentwicklungskonzept Braunschweig 2030” (vgl. [381]). Ziel war die Gruppierung von Maßnahmen für ein Rahmenprojekt in der Stadtentwicklung aus Sicht der Arbeitsgruppe “AG 11: Gesundheit”. Da es sich um ein unveröffentlichte Dokumente für die Arbeitsgruppe handelt, sind sie hier im Volltext eingefügt.

AG 11 Gesundheit

Handlungsauftrag: gesundes Wohnen

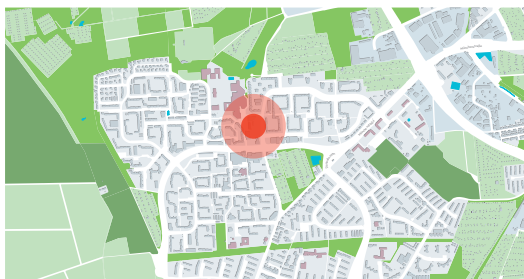
AUSSTATTUNG VON WOHNUNGEN MIT ASSISTENZSYSTEMEN AM ALSTERPLATZ

Die Nibelungen-Wohnbau-GmbH plant in der Braunschweiger Weststadt (rd. 25.000 Einwohner) den Neubau von 219 Wohnungen auf dem ehemaligen Schulgelände der IGS Wilhelm-Bracke. In einem direkt an den Alsterplatz grenzenden Wohnkomplex wird eine ambulante betreute Wohn- Pflegegemeinschaft für acht Bewohner entstehen. Die Apartments werden durch einen Wohn-, Koch- und Essbereich ergänzt, der von den Mietern gemeinsam genutzt wird. Die Apartments werden mit einem Gebäudeautomatisierungssystem ausgestattet, welches die Einrichtung technischer Assistenzsysteme mit medizinischer Zielstellung ermöglicht.

Ziele der Maßnahme

P: Aktuelle Wohnformen sind nur teilweise auf die Integration von Pflege- und Unterstützungsleistungen ausgelegt. Die Grundlage für technische Assistenzsysteme in Wohnung fehlt.

Z: Neubau eines Wohn- und Gebäudekomplexes mit einer ambulanten betreuten Wohn-Pflegegemeinschaft für acht Bewohner mit dem Einsatz technischer Assistenzsysteme.



Sachstand der Maßnahme:

neu laufend geplant

Benötigte Ressourcen:

Fläche Finanzen Personal

weitere:

Ebene der Maßnahme:

Governance Kommunikation

Einschätzung der Kosten und Aufwände:

Finanzierung über:

Förderprogramm Städtischer Haushalt Sonstiges
Mittel WohnbauG

Laufzeit:

2 Jahre

Starttermin

11/2016-11/2018

Umsetzung durch / Beteiligte:

Nibelungen-Wohnbau-GmbH unter Beteiligung von TU Braunschweig, Peter L.-Reichert-Institut BS (PLRI), ambet e. V.

Erfolgsmessung:

ab 2019 gemeinsames Wohnen
Datenauswertung möglich

Ihre Anmerkungen

Abbildung D.11.: Maßnahmenblatt: Ausstattung von Wohnungen mit Assistenzsystemen am Alsterplatz. Erarbeitet für die ISEK Braunschweig 2030 Arbeitsgruppe 11: Gesundheit (Quelle: eigene Inhalte nach Vorlage des Planungsbüros)

AG 11 Gesundheit

Handlungsauftrag: gesundes Wohnen

SCHAFFUNG EINES FORSCHUNGSREGISTERS

Technische Assistenzsysteme können helfen gesund zu bleiben, gesund zu werden, sich zu informieren, in Kontakt zu bleiben oder sich verändernde Lebensumstände zu begleiten. Die Gesundheitsversorgung kann umfassender und effektiver gestaltet werden. Einzelne Wohnungen sind ausgerüstet und bewohnt, die Zahl ist jedoch noch zu gering. Braunschweig ist mit einer Reihe ausgerüsteter Wohnung, die sich in Vermietung befinden, Vorreiter. Um die Gesamtmenge ermittelter Daten optimal nutzen zu können, sollen die Datenbestände der einzelnen Wohnungen in ein anonymes Forschungsregister integriert werden. So können übergreifende Fragestellungen unabhängig von der konkret eingesetzten Technologie beantwortet werden. gesamtstädtisches Interesse

Ziele der Maßnahme

P: Die Gesamtzahl der Wohnungen, welche mit technischen Assistenzsystemen ausgestattet sind, ist zu gering zur fundierten Beantwortung medizinischer Fragestellungen.

Z1: Aufbau eines technologieunabhängigen Forschungsregisters zur anonymisierten Zusammenführung von Daten technischer Assistenzsysteme im häuslichen Umfeld.

Z2: Gewinnung von Bürgern/Bürgerinnen zur Beteiligung an assistenzgestütztem Wohnen.

Sachstand der Maßnahme:

neu laufend **geplant**

Benötigte Ressourcen:

Fläche **Finanzen** Personal

weitere:

genügend mit Assistenzsystemen ausgerüstete Wohnungen

Ebene der Maßnahme:

Governance Kommunikation

Einschätzung der Kosten und Aufwände:

Finanzierung über:

Förderprogramm Städtischer Haushalt Sonstiges

Laufzeit:

kontinuierlich

Starttermin

sobald als möglich

Umsetzung durch / Beteiligte:

Peter-L.-Reichert-Institut BS (PLRI) unter Beteiligung von: Wohnbauunternehmen (Nibelungen, Wiederaufbau), TU Braunschweig, ambulante Pflegeeinrichtungen, andere Versorgungseinrichtungen

Erfolgsmessung:

Anzahl der Daten im Forschungsregister

Ihre Anmerkungen

Abbildung D.12.: Maßnahmenblatt: Schaffung eines Forschungsregisters. Erarbeitet für die ISEK Braunschweig 2030 Arbeitsgruppe 11: Gesundheit (Quelle: eigene Inhalte nach Vorlage des Planungsbüros)

AG 11 Gesundheit

Handlungsauftrag: digitale Vernetzung

DIGITALISIERUNG DER PATIENTENVERFÜGUNG ALS HANDLUNGSGRUNDLAGE FÜR DIE GESUNDHEITSVERSORGER

Die Patientenverfügung soll entsprechend des Hospiz- und Palliativgesetzes (HPG) allen relevanten Akteuren in der Gesundheitsversorgung des jeweiligen Menschen zur Verfügung stehen und Berücksichtigung finden. Hinsichtlich der Patientenverfügung ist der Betreffende zu beraten und seine Verfügungen sind zu berücksichtigen. Dies ist insbesondere für die letzte Lebensphase und für Notfallsituationen essentiell. Die Kommunikation der Gesundheitsversorger mit den betreffenden Menschen soll strukturell verbessert werden. Gesamtstädtisches Interesse

Ziele der Maßnahme

P: Die Patientenverfügungen sind oft inkonkret, stehen nicht zur Verfügung und werden von den Akteuren der Gesundheitsversorgung nicht gekannt. Dies ist v. a. in konkreten Notfallsituationen sehr schwierig.

Z: Gute Beratung des Patienten/Menschen zu den Formulierungen einer Patientenverfügung; Information der beteiligten Akteure in der Gesundheitsversorgung zu den Inhalten der Patientenverfügung; zur Verfügung stehen der Patientenverfügung, am besten in digitalisierter Form; Fallbesprechungen, ggfs. unter Einbeziehung des Betroffenen; wenn möglich: Vorrausplanung

Sachstand der Maßnahme:

neu laufend geplant

Benötigte Ressourcen:

Fläche Finanzen Personal

weitere:

Ebene der Maßnahme:

Governance Kommunikation

Einschätzung der Kosten und Aufwände:

Finanzierung über:

Förderprogramm Städtischer Haushalt Sonstiges

Beteiligung aller

Laufzeit:

kontinuierlich

Starttermin

sobald als möglich

Umsetzung durch / Beteiligte:

Stadt Braunschweig gemeinsam mit Hospizverein Braunschweig e. V. unter Beteiligung von Bürger/-innen, Runder Tisch Palliativmedizin, Krankenhäuser, niedergelassene Ärzte, Pflegeinstitutionen ambulant und stationär, Rettungsdienst

Erfolgsmessung:

Zustandekommen über eine Vereinbarung zu einem gemeinsamen strukturierten Vorgehen

Zufriedenheit aller Beteiligten

Ihre Anmerkungen

Abbildung D.13.: Maßnahmenblatt: Digitalisierung der Patientenverfügung als Handlungsgrundlage für die Gesundheitsversorger. Erarbeitet für die ISEK Braunschweig 2030 Arbeitsgruppe 11: Gesundheit (Quelle: eigene Inhalte nach Vorlage des Planungsbüros)

AG 11 Gesundheit

Handlungsauftrag: digitale Vernetzung

PATIENTEN-APP & EINWEISER-TOOL DER KRANKENHÄUSER

Beispielhaft entwickelt das Klinikum Braunschweig derzeit eine App, mit welcher für die Patienten u. a. ein moderner und schlanker Zugang zur Terminvereinbarung für planbare Krankenhausaufenthalte und Eingriffe im Krankenhaus zur Verfügung gestellt wird. Der Umfang der App wird schrittweise ausgebaut. So soll es einweisenden Ärzten zukünftig möglich sein, über die App direkt am Praxis-PC einen Termin für den Patienten zu erfragen (Einweiser-Tool). Gesamtstädtisches Interesse

Ziele der Maßnahme

P: Zur Zeit gibt es für Patienten oft keine Möglichkeit, die Planung von Krankenhausaufenthalten zu steuern.

Z: Die App und das zugehörige Einweiser-Tool sollen den Zugang zu notwendigen Krankenhausaufenthalten für Patienten vereinfachen und den behandelnden Ärzten die Unterstützung des Patienten erleichtern.

Letztlich: bessere Planbarkeit für Patienten, Krankenhäuser und niedergelassene Ärzte

Sachstand der Maßnahme:

neu laufend geplant

Benötigte Ressourcen:

Fläche Finanzen Personal

weitere:

Ebene der Maßnahme:

Governance Kommunikation

Einschätzung der Kosten und Aufwände:

ca 30.000 Euro pro App

Finanzierung über:

Förderprogramm Städtischer Haushalt Sonstiges
Krankenhäuser

Laufzeit:

kontinuierlich

Starttermin

sobald als möglich

Umsetzung durch / Beteiligte:

die jeweiligen Krankenhäuser

Erfolgsmessung:

Nutzungshäufigkeit der App

Ihre Anmerkungen

Abbildung D.14.: Maßnahmenblatt: Patienten-App & Einweiser-Tool der Krankenhäuser. Erarbeitet für die ISEK Braunschweig 2030 Arbeitsgruppe 11: Gesundheit (Quelle: eigene Inhalte nach Vorlage des Planungsbüros)

AG 11 Gesundheit

Handlungsauftrag: Digitale Vernetzung

EHEALTH.BRAUNSCHWEIG – NEUINITIIERUNG DES BEIRATES

Das eHealth.Braunschweig Projekt hat maßgebliche Impulse zur Entwicklung, Implementierung und Evaluierung neuer Informations- und Kommunikationstechnologien und -dienstleistungen für die patientenzentrierte Gesundheitsversorgung in der Region gegeben. Die Innovationskraft des Netzwerkes soll im Lichte der erfolgten Technologiesprünge im Bereich der digitalen Vernetzung, der neuen Wohnformen und der technischen Assistenzsysteme weiter etabliert und gestärkt werden. Durch Platzierung und Bearbeitung der Themen in ständigen Arbeitsgruppen sollen die eigene und regional herangetragene Impulse aufgenommen und in konkrete Projekte übertragen werden. Dafür ist ein koordinierender Geschäftsführer einer neutralen Institution notwendig. gesamtstädtisches Interesse

Ziele der Maßnahme

P: Das eHealth.Braunschweig Projekt wurde durch Insolvenz des zuständigen Betreibers vor einigen Jahren beendet. Erfolgte Entwicklungs- und Technologiesprünge konnten nicht weiter aufgenommen und bearbeitet werden.

Z: (Re-)etablierung der eHealth.Braunschweig Arbeitsgruppen zur Weiterführung der Projektansätze

Sachstand der Maßnahme:

neu	laufend	geplant
-----	---------	---------

Benötigte Ressourcen:

Fläche	Finanzen	Personal
--------	----------	----------

weitere:

Ebene der Maßnahme:

Governance	Kommunikation
------------	---------------

Einschätzung der Kosten und Aufwände:

ca. 100.000 Euro

Finanzierung über:

Förderprogramm	Städtischer Haushalt	Sonstiges allen Beteiligten
----------------	----------------------	--------------------------------

Laufzeit:

kontinuierlich

Starttermin

sobald als möglich

Umsetzung durch / Beteiligte:

Stadt Braunschweig/TU BS unter Beteiligung von Metropolregion, Kliniken, Pflegeeinrichtungen, Wohnbauunternehmen (Nibelungen, Wiederaufbau), Peter-L.-Reichert-Institut BS (PLRI), KVN, lokale Industrie
--

Erfolgsmessung:

tatsächliche Etablierung des Beirates unter Leitung eines Geschäftsführers
regelmäßige Treffen und Aktivitäten

Ihre Anmerkungen

Abbildung D.15.: Maßnahmenblatt: eHealth.Braunschweig Neuintiierung des Beirates. Erarbeitet für die ISEK Braunschweig 2030 Arbeitsgruppe 11: Gesundheit (Quelle: eigene Inhalte nach Vorlage des Planungsbüros)

AG 11 Gesundheit

Handlungsauftrag: Digitale Vernetzung

SCHAFFUNG DER GESUNDHEITSDATENBANK

Die Gesundheitsdatenbank ermöglicht die standardbasierte Kommunikation von medizinischen Daten (Bilder, Befunde, Sensordaten) zwischen Versorgungsdienstleistern (Kliniken, niedergelassene Ärzte, Rettungsdienst, Pflegedienste ambulant und stationär etc.). Sie agiert als neutraler Treuhänder gegenüber den Kommunikationspartnern und nutzt international anerkannte Standards zur Kommunikation. Der Zugang erfolgt über sichere Verbindungen und Web-Schnittstellen im Informationssystem der jeweiligen Versorgungseinrichtung oder vom Patienten selbst. gesamtstädtisches Interesse

Ziele der Maßnahme

P: Sichere elektronische Kommunikation der Versorger im Sinne der Patienten ist gar nicht oder nur vereinzelt möglich. Z: Aufbau einer Kommunikationsinfrastruktur zwischen den Gesundheitsversorgern zum Austausch gesundheitsbezogener Informationen und Dokumente des Patienten mit dem Ziel der Verbesserung der Versorgung, der schnellen Übermittlung von Informationen im Sinne des Patienten und der Vermeidung von Doppeluntersuchungen

Sachstand der Maßnahme:

neu	laufend	geplant
-----	---------	---------

Benötigte Ressourcen:

Fläche	Finanzen	Personal
--------	----------	----------

weitere:**Ebene der Maßnahme:**

Governance	Kommunikation
------------	---------------

Einschätzung der Kosten und Aufwände:**Finanzierung über:**

Förderprogramm Land / Stadt	Städtischer Haushalt	Sonstiges
--------------------------------	----------------------	-----------

Laufzeit:

kontinuierlich

Starttermin

sobald als möglich

Umsetzung durch / Beteiligte:

IT-Unternehmen, Metropolregion Hannover Braunschweig Göttingen Wolfsburg, Peter-L.-Reichert-Institut (PLRI) BS, TU BS

Beteiligte: Kliniken BS, GÖ, H, WOB, Kassenärztliche Vereinigung NDS, Pflegedienste ambulant und stationär, Rettungsdienst, Wohnungsbaugesellschaften, Industriepartner

Erfolgsmessung:

am konkreten Startpunkt der Maßnahme

Kennzahlen aus Monitoring

Anzahl der teilnehmenden Versorger

Zufriedenheit der Patienten

Ihre Anmerkungen

Abbildung D.16.: Maßnahmenblatt: Schaffung der Gesundheitsdatenbank. Erarbeitet für die ISEK Braunschweig 2030 Arbeitsgruppe 11: Gesundheit (Quelle: eigene Inhalte nach Vorlage des Planungsbüros)

E Studienplan AGT Reha P2

Das folgende Kapitel zeigt die Synopse des Studienplans für die AGT Reha P2 Studie zur Überprüfung der technischen Machbarkeit häuslichen Tele-Rehatrainings.

Empirische Erprobung zur Überprüfung der technischen Machbarkeit von assistierenden Gesundheitstechnologien zur Unterstützung des häuslichen Tele-Reha-Trainings (AGT-Reha P2-Studie)

Klaus-Hendrik Wolf^a Detlev Kasprowski^b Axel Kobelt^c
Horst Peter Borrmann^d Monika Schwarze^e
Jonas Schwartze^a Reinhold Haux^a

Stand: 24. Februar 2014 (Version: 1.4)

^aPeter L. Reichertz Institut für Medizinische Informatik der Technischen Universität Braunschweig und der Medizinischen Hochschule Hannover (PLRI)

^bDeutsche Rentenversicherung Rehasentrum Bad Pyrmont (DRVBP)

^cDeutsche Rentenversicherung Braunschweig-Hannover (DRV BS-H)

^dDeutsche Rentenversicherung NOW IT GmbH (DRV NOW IT)

^eKoordinierungsstelle Angewandte Rehabilitationsforschung, Klinik für Rehabilitationsmedizin, Medizinische Hochschule Hannover

1. Studiensynopse

Antragsteller	Dr.-Ing. Dipl.-Inform. Klaus-Hendrik Wolf Peter L. Reichertz Institut für Medizinische Informatik der Technischen Universität Braunschweig und der Medizinischen Hochschule Hannover
Titel	Empirische Erprobung zur Überprüfung der technischen Machbarkeit von assistierenden Gesundheitstechnologien zur Unterstützung des häuslichen Tele-Reha-Trainings (AGT-Reha P2-Studie)
Indikation	Überprüfung der technischen Machbarkeit einer neuen Form des häuslichen Tele-Reha-Trainings + Pilotstudie für geplante Wirksamkeitsstudie
Studienziele	<ol style="list-style-type: none"> 1. Überprüfung der technischen Machbarkeit des poststationären häuslichen Tele-Reha-Trainings mit AGT-Reha. 2. Untersuchung der Akzeptanz des Systems aus der Sicht des trainierenden Rehabilitanden. 3. Ermittlung der Akzeptanz des Systems aus der Sicht der betreuenden Klinik. 4. Erprobung der Studienabläufe und Ermittlung von Informationen zur Fallzahlschätzung für eine geplante Folgestudie zur Ermittlung der Wirksamkeit. 5. Vorbereiten der Bestimmung der Kosteneffizienz
Interventionen	<p>Prüfintervention: Teilnehmer trainieren poststationär mit neuem AGT-Reha-System</p> <p>Standardnachsorge: Ermittlung der Varianz der Wirksamkeit klassischer poststationärer Reha-Verfahren zur Vorbereitung der geplanten Folgestudie.</p> <p>Follow-Up pro Patient: 1</p> <p>Dauer der Behandlung pro Patient: ca. 4 Monate</p>
Wichtigste Ein- und Ausschlusskriterien	<p>Wichtigste Einschlusskriterien: Stationäre Rehaaufnahme aufgrund von chronischen Schulterbeschwerden</p> <p>Wichtigste Ausschlusskriterien: Nicht ausreichende Erkennung der Bewegungsmuster durch das System, Übungen durch Teilnehmer nicht ausführbar</p>

Zielparameter:	Primäre Endpunkte: <ul style="list-style-type: none"> • Zufriedenstellende Funktion des technischen Systems • Akzeptanz des Systems durch die Rehabilitanden und Ärzte/Therapeuten Wichtigste sekundäre Endpunkte: <ul style="list-style-type: none"> • Abschätzung der Wirksamkeit von AGT-Reha und von Standardverfahren (Schulterstatus, Funktionsfähigkeit der Rehabilitanden am Arbeitsplatz) • Kosten von AGT-Reha (Systemkosten pro Tag beim Patienten, Aufwände in der Klinik)
Studientyp	Pilotstudie zur Überprüfung der technischen Machbarkeit
Statistische Analyse	Deskriptive und explorative Auswertung der technischen Machbarkeit und Nutzerakzeptanz. Berechnung der Fallzahl für die Hauptstudie zur Ermittlung der Wirksamkeit
Fallzahl	Prüfintervention: 15 Standardnachsorge: > 50 (Beobachtung mittels Fragebögen)
Studiendauer	First-patient-in bis last-patient-out: 12 Monate Gesamtstudiendauer: 15 Monate Rekrutierungsphase: 1 Monat
Teilnehmende Zentren:	$n = 1$

Inhaltsverzeichnis

1. Studiensynapse	2
2. Verantwortlichkeiten	5
3. Zielsetzung und Begründung der Studie	7
3.1. Motivation	7
3.2. Zielsetzung	7
3.3. Fragestellung	8
4. Charakterisierung der Patienten	9
4.1. Probandenzahl	9
4.2. Gruppe mit Standardnachsorge	9
4.3. Studiendauer	9
4.4. Rekrutierung	10
4.5. Geschlechterverteilung	10
4.6. Entschädigung für Teilnahme	10
4.7. Einschlusskriterien	10

F AGT Reha Softwarearchitektur

Die folgenden Grafiken zeigen die neue Software-Architektur der AGT Reha Trainingssoftware, entwickelt in einer Reihe von Workshops unter Beteiligung des Autors. Alle folgenden Grafiken sind ebenso durch den Autor erstellt worden.

Hinweis: Durch die Komplexität der Software sind die Grafiken teilweise sehr groß und in gedruckter Form ggf. nicht lesbar, hier aber der Vollständigkeit halber eingebunden. Für die Details empfiehlt sich die elektronisch Fassung dieser Arbeit.

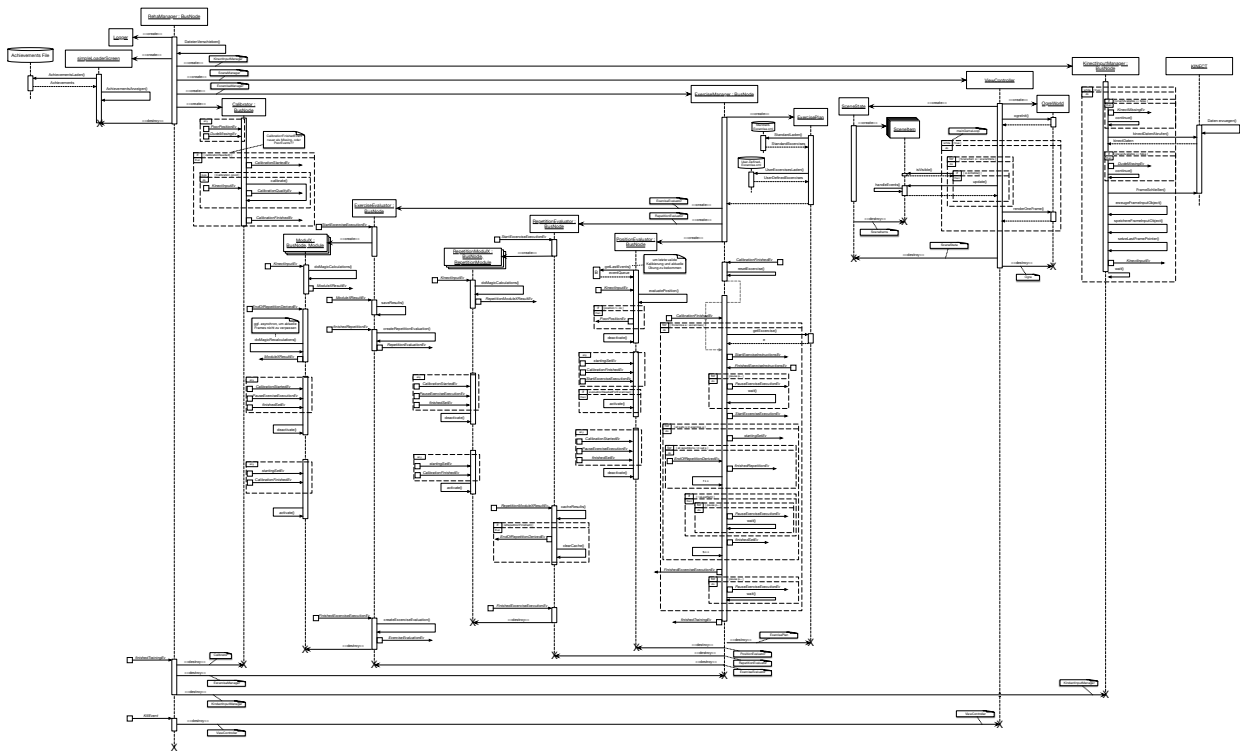


Abbildung F.1.: AGT Reha Version 3: Sequenz- und Komponentendiagramm des Gesamtablaufes eines Trainingsdurchganges. (Quelle: eigene Darstellung)

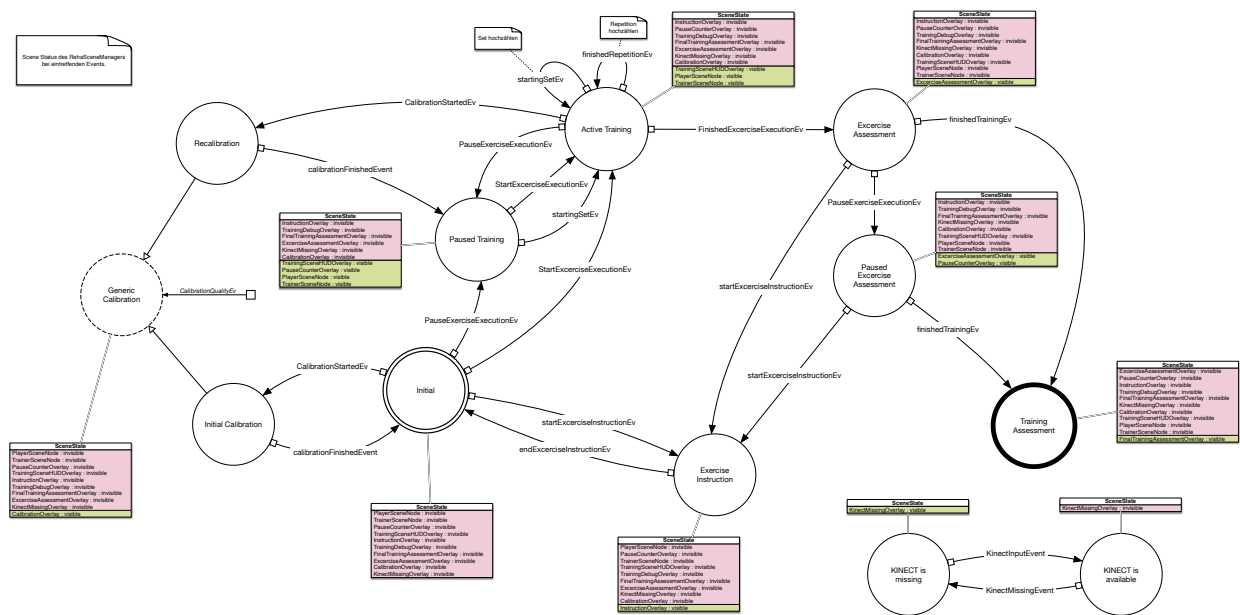


Abbildung F.2.: AGT Reha Version 3: Statechart der SceneView. (Quelle: eigene Darstellung)

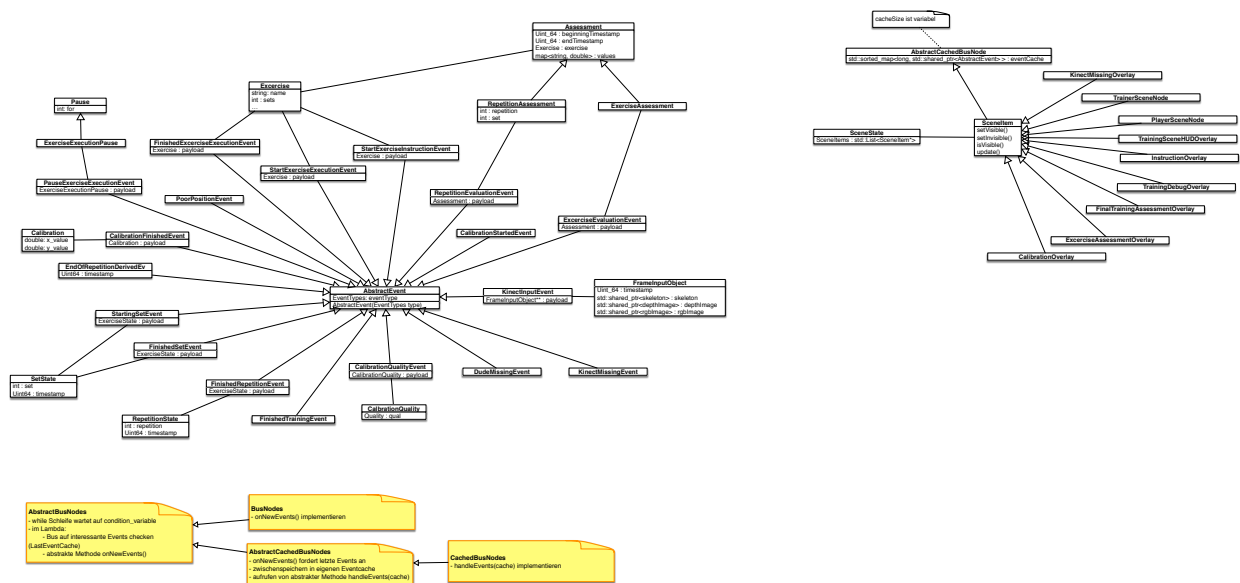


Abbildung F.3.: AGT Reha Version 3: Klassendiagramm. (Quelle: eigene Darstellung)

G AGT Labor Bilder

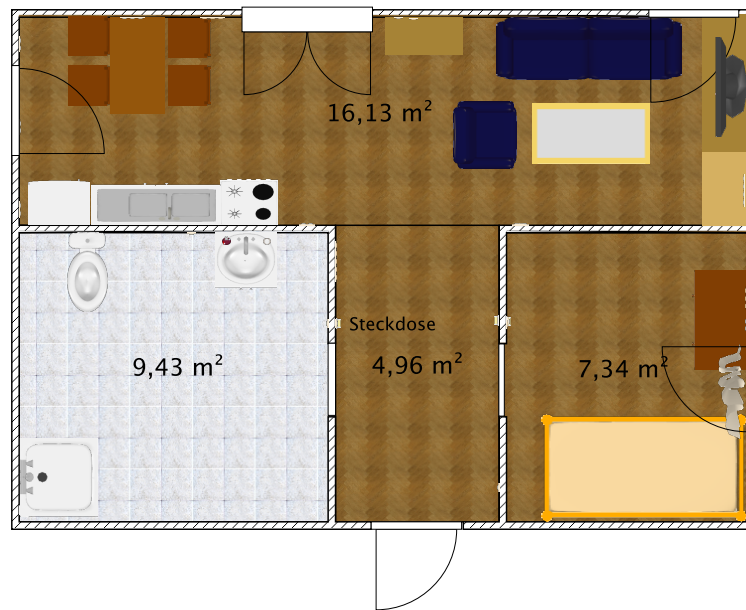


Abbildung G.1.: AGT Labor Grundriss (Quelle: Eigene Darstellung)



Abbildung G.2.: AGT Labor Bus System. *v.l.n.r.*: Bus- und Stromverkabelung mit günstiger J-Y(ST)Y 2x2x0.6 Leitung, flexible Bus-Topologie, Steckdose mit Busgerät (hier aktives elektrisches Relais mit Strommesser), Schaltschrank mit BASIS Komponenten (hier Netzteil, Building Manager, Smartmeter, verschleisfreies Starkstromrelais für den Herd) und konventionellen Sicherungsautomaten (Quelle: Eigene Darstellung)



Abbildung G.3.: Im AGT Labor verbaute Bus-Geräte. *v.l.n.r.*: Tablet mit interaktivem Grundriss und Übersicht aller Geräte; Blick ins Bad mit Nachtlcht am Eingang; Gong, Text-Display, Zustandswahlschalter und Lichttaster an der Eingangstür (Quelle: Eigene Darstellung)

H MoCaB CareWiki Wissensressource

Das folgende Listing Lst. H.1 zeigt das Metamodell einer MoCaB Wissensressource, wie es im CareWiki (vgl. Abs. 4.2.2) genutzt wurde.

```
1 title:
2   de: Wissenseinheit
3   en: knowledge resource
4 pages:
5   template:
6     - knowledge
7     - topic
8 files: true
9 fields:
10  metadata:
11    label:
12      de: Einordnung
13      en: Categorization
14    type: headline
15  title:
16    label:
17      de: Titel
18      en: Title
19    type: text
20  help:
21    de: Titel dieser Lernressource.
22    en: Title of this resource.
23  width: 1/2
```

[...]

```
39 caregiver_profile:
40   label:
41     de: Profil des Pflegenden
42     en: Caregiver profile
43   help:
44     de: Für Pflegende mit welchen Eigenschaften ist diese Ressource relevant?
45     en: Which attributes do caregivers have making this resource applicable?
```

Listing H.1: Blueprint zur MoCaB Wissensressource, genutzt als Metamodellspezifikation im CareWiki

```

50 carereciever_profile:
51   label:
52     de: Profil des Pflegeempfängers
53     en: Profile of the person receiving care
54   help:
55     de: Für Gepflegte mit welchen Eigenschaften, Einschränkungen oder
Erkrankungen ist diese Ressource relevant?
56     en: Which attributes, disabilities or deseases do recievers of care have
making this resource relevant?

```

[...]

```

145 carestage:
146   label:
147     de: Phase der Pflege
148     en: Stage of care
149   help:
150     de: Gibt die Phase der Pflege an, in der diese Lernressource anwendbar
ist. (siehe <a
href="http://www.ascseniorcare.com/the-stages-of-caregiving/">The Stages of
Caregiving</a>)
151     en: [...]
152   type: select
153   options:
154     always:
155       de: In allen Phasen
156       en: Always relevant
157     expectant:
158       de: In Vorbereitung (0 bis 6 Monate)
159       en: Expectant caregiver (0 to 6 month)
160     freshman:
161       de: Pflegeanfänger (6 bis 18 Monate)
162       en: Freshman caregiver (6 to 18 month)
163     entrenched:
164       de: Erfahrener Pfleger (ab ca. 18 Monate)
165       en: Entrenched caregiver (from about 18 month)
166     transitioning:
167       de: In Übergabe (zur professionellen Pflege)
168       en: Transitioning caregiver (at the end of care)

```

Listing H.2: Blueprint zur MoCaB Wissensressource, genutzt als Metamodellspezifikation im CareWiki
(Fortsetzung)

```
308 source:
309   label:
310     de: Quellen
311     en: Sources
312   help:
313     de: Wissenschaftliche Quellenangabe(n) zur Herkunft dieser Lerneinheit.
314     en: Scientific reference for this knowledge resource.
315   type: structure
316   fields:
317     reference:
318       label:
319         de: Literaturangabe
320         en: Reference
321       type: text
322     width: 2/3
```

[...]

```
364 resourcecontent:
365   label:
366     de: Inhalt der Lernresource
367     en: Knowledge resource content
368   type: yakme
369   hide:
370     - font
371     - wysiwyg
```

Listing H.3: Blueprint zur MoCaB Wissensressource, genutzt als Metamodellspezifikation im CareWiki (Fortsetzung)

Die Wissensressource erzeugt ein entsprechendes Eingabefeld, welches ausgefüllt und als Webinhalt dargestellt wird. Die finale Ressource im CareWiki zeigt Abb. H.1.

MoCaB Wiki Pflegewissen
Verlässliche Unterstützung für Pflegenden Angehörige

GESCHMACKSSINN

Einordnung

Titel	Geschmackssinn
Schlagwörter	essen, trinken, essen und trinken, appetit, appetitlosigkeit, nahrung, geschmack, geschmackssinn, am tisch, speisen, hunger, durst, nahrungsaufnahme, getränke, appetit anregen

Kontext

Profil des Pflegenden	Relevant für pflegenden Angehörigen, die Probleme damit haben, <ul style="list-style-type: none"> dass die zu pflegende Person wenig isst sehr unruhig ist bei Tisch zu wenig Appetit hat die Situation bei Tisch häufig problematisch ist
Profil des Pflegeempfängers	Unruhe bei Tisch, Appetitlosigkeit, Mangelernährung, Dehydratation, lässt sich schlecht zum Essen/Trinken animieren
Benötigtes Wissen des Pflegenden	
Benötigte Lernressourcen	
Relevante Lernressourcen	<ul style="list-style-type: none"> Aussehen des Essens Süße Speisen und Süßen von Speisen Würzen von Speisen
Bezug zur Tagesstruktur	Mahlzeiten, Frühstück, Mittagessen, Abendessen, Zwischenmahlzeiten,
Verfassung des Pflegenden	Der Pflegend weiß keinen Rat mehr, warum der/die Angehörige so schlecht isst oder so wenig Appetit zeigt. CBI "Zeitliche Beanspruchung" Items > 3
Verfassung des Pflegeempfängers	Der zu Pflegend zeigt keinen Appetit, ist unruhig bei den Mahlzeiten. Der zu Pflegend isst/trinkt sehr wenig. Eine Mangelernährung ist zu erkennen.

Lernen

Phase der Pflege	In allen Phasen
Lernzielkompetenzen	Die pflegende Person ist sich über den verminderten Geschmackssinn bewusst und kann entsprechend damit umgehen bzw. die Speisen/Getränke mit Hilfe dieses Wissens umgestalten
Einfluss auf den CBI	<ul style="list-style-type: none"> Zeitliche Beanspruchung
Feedback des Lernenden	<ul style="list-style-type: none"> ■ Danke, das war interessant. ■ Danke, ich werde dieses Wissen nutzen. ■ Danke, aber für mich nicht so interessant. ■ Danke, aber diese Information habe ich bereits an anderer Stelle erhalten. <p>Eventuell grafisch umgesetzt. CBI verringert sich</p>

Beschreibung

Datum	24.05.2017
Version	v1 vom 21.06.2019
Zeitbedarf	10min. - 2Std.
Art/Form der Lernressource	Information
Medientyp	<ul style="list-style-type: none"> Video Sprachausgabe Text
Attribute	
Quellen	<ul style="list-style-type: none"> reference: 'J.M. Boyce et al. (2006): Effects of ageing on smell and taste' reference: 'Jos Mojet et al. (2001): Taste Perception with Age: Generic or Specific Losses in Threshold Sensitivity to the Five Basic Tastes?' reference: 'Deutsche Alzheimer Gesellschaft (2017): Ernährung in der häuslichen Pflege Demenzkranker; S. 9-11'
Autoren	<ul style="list-style-type: none"> name: Mario Gerlach affiliation: MHH
Hinweise	

Inhalt

Kurzbeschreibung	Grundlagen zum Verständnis über den Geschmackssinn im Alter
Inhalt der Lernressource	Das Zusammenspiel aus Geruchs- und Geschmackssinn ist von enormer Bedeutung bei der Anregung von Appetit. Insbesondere bei älteren Menschen lässt sich jedoch beobachten, dass eine Abnahme von Geschmackszellen stattfindet. Dies hat auch Auswirkungen auf den Geschmackssinn und führt dazu, dass bestimmte Gewürze im Essen weniger präsent wahrgenommen werden können. So wird z.B. Salz weniger stark empfunden. Die Wahrnehmung für „süß“ bleibt hingegen meist am längsten gut erhalten. Hinzukommt, dass in einigen Fällen Medikamente Einfluss auf das Geschmacksempfinden haben. So haben einige Tabletten, wie z.B. Antibiotika, Herz- u. Blutdruckmedikamente, Diabetes-Mittel oder Antidepressiva, einen starken Eigengeschmack, der lange im Mundraum verbleibt und sich somit auf das weitere Essen auswirkt. Oder aber sie führen zu einer verminderten Speichelproduktion. Ein trockener Mund beeinflusst unseren Geschmack zusätzlich. Andere Arzneimittel, wie z.B. Antibiotika, Chemotherapie, Diabetes-Mittel oder Morphinhaltige Schmerzmittel, wiederum haben als direkte Nebenwirkung Appetitlosigkeit. Auch die Konsistenz der Speisen hat mitunter starke Auswirkungen auf den Geschmackssinn. So werden flüssigere Speisen meist intensiver empfunden als harte oder trockene. Sie haben mehr Möglichkeit, sich im Mund auszubreiten und mehr Geschmackszellen anzusprechen.

KOMMENTARE
von Schwartz (zu Version: v1 vom 21.06.2019) Gepostet am 2019-06-21

Bitte noch die Klassifikation ergänzen.

KOMMENTAR HINTERLASSEN

Es empfiehlt sich längere Kommentare in einem Texteditor zu schreiben und hier hinein zu kopieren, um Datenverlust bei Verbindungsabbruch zu vermeiden.

Name*

Nachricht*

PREVIEW

Abbildung H.1.: Vollständig gerenderte Wissensressource aus dem CareWiki mit Struktur nach dem spezialisierten Metamodell. (Quelle: Screenshot aus der eigenen Anwendung)

I MoCaB Dialog-Wissenseinheit

Das folgende Listing Lst. I.2 zeigt eine beispielhafte Wissensressource in Dialogform, wie sie im MoCaB Projekt erstellt und genutzt wurde.

```
1 <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
2 <!DOCTYPE dialog SYSTEM "http://intern.nmshost.de/apps/mocab/storyboard.dtd">
3 <dialog id="111a_Meine_Rechte_als_berufstaetiger_pflegender_Angehoeriger">
4 <block>
5 <message>Wusstest du, dass du als pflegender Angehöriger verschiedene Rechte
    und einen Anspruch auf soziale Absicherungen hast? Ein Recht von dem du
    Gebrauch machen kannst, ist die berufliche Freistellung.</message>
6 <more>Welche Möglichkeiten gibt es, beruflich freigestellt zu werden?</more>
7 <break>Hast Du noch andere Themen?</break>
8 </block>
9 <block>
10 <message>Um die Pflegesituation mit dem Beruf unter einen Hut zu bekommen, kann
    es sinnvoll sein, sich eine Pause vom Berufsleben zu nehmen. Drei
    Möglichkeiten können dabei unterschieden werden:</message>
11 <message>- Kurzzeitige Arbeitsverhinderung: Bei akuten Fällen kannst du 10 Tage
    von der Arbeit freigestellt werden.</message>
12 <message>- Pflegezeit: Du pflegst [deinen Angehörigen] bis zu 6 Monate zu
    Hause.</message>
13 <message>- Familienpflegezeit: Du pflegst [deinen Angehörigen] bis zu 24 Monate
    zu Hause und wirst teilweise freigestellt.</message>
14 <more>Was bedeutet kurzzeitige Arbeitsverhinderung?</more>
15 <break>Hast Du noch andere Themen?</break>
16 </block>
17 <block>
18 <message>Tritt ein Pflegefall in der Familie plötzlich auf, kannst du dich
    einmalig zehn Tage von der Arbeit freistellen lassen. Während der
    kurzzeitigen Arbeitsverhinderung besteht weiterhin der Versicherungsschutz
    ...
```

Listing I.1: MoCaB Wissensressource in Dialogform zum Thema informelle Pflege als Berufstätiger

```

18     ...des Arbeitnehmers. Als Lohnersatzleistung erhalten Angehörige in diesen
    Fällen das Pflegeunterstützungsgeld. Hierfür muss ein Antrag bei der
    Pflegekasse des Pflegebedürftigen gestellt werden. Dieser Antrag muss
    unverzüglich nach Eintreten der akuten Pflegesituation unter Vorlage der ä
    rztlichen Bescheinigung erfolgen. Die Pflegekasse stellt daraufhin eine
    Bescheinigung aus, die dem Arbeitgeber vorgelegt werden muss. </message>
19 <more>Was bedeutet Pflegezeit?</more>
20 <break>Hast Du noch andere Themen?</break>
21 </block>
22 <block>
23 <message>Die Beantragung der Pflegezeit ist nur möglich, wenn [dein Vater]
    bereits in einen Pflegegrad eingestuft ist. Du kannst dich bis zu 6 Monate
    vollständig oder teilweise unbezahlt freistellen lassen, sofern mindestens
    15 Mitarbeiter in deinem Betrieb tätig sind. Während dieser Zeit bist du
    weiter sozialversichert und genießt einen Kündigungsschutz. Um deinen
    Lohnverlust auszugleichen, kannst du ein zinsloses Darlehen des Bundesamtes
    für Familie und zivilgesellschaftliche Aufgaben (BAFzA) bekommen Das
    Darlehen wird in monatlichen Raten ausgezahlt und später in Raten wieder
    zurückgezahlt.</message>
24 <message>Für die Begleitung in der letzten Lebensphase kannst du dich 3 Monate
    von der Arbeit freistellen lassen. Hierfür muss eine Bescheinigung des
    Arztes vorliegen.</message>
25 <message>Das Datum und den Zeitraum deiner Freistellung musst du deinem
    Arbeitgeber mindestens 10 Arbeitstage vorher sagen.</message>
26 <more>Was bedeutet Familienpflegezeit?</more>
27 <break>Hast Du noch andere Themen?</break>
28 </block>
29 <block>
30 <message>Du kannst in Absprache mit deinem Arbeitgeber deine Arbeitszeit über
    einen Zeitraum von bis zu 2 Jahren auf bis zu 15 Stunden in der Woche
    verringern. Das gilt bei Betrieben mit mehr als 25 Beschäftigten. Wie bei
    der Pflegezeit hast du Anspruch auf ein zinsloses Darlehen, genießt
    Kündigungsschutz und bist versichert.</message>
31 <message>Mehr über deine Rechte und auch deine soziale Absicherung erfährst du
    im Bereich Wissen.</message>
32 <knowledge id="111a" section="5">Weiteres steht im Wissensbereich.</knowledge>
33 <break>Hast Du noch andere Themen?</break>
34 </block>
35 </dialog>

```

Listing I.2: MoCaB Wissensressource in Dialogform zum Thema informelle Pflege als Berufstätiger
(Fortsetzung)

J BASIS AAL Anwendungsfälle

Die folgenden Anwendungsfälle sind im Rahmen der Projektdurchführung von BASIS entstanden, um einen groben Rahmen für die abzudeckenden Funktionen der AAL-Partition zu bekommen. Die Use-Cases wurden nicht in alle umgesetzt, bilden jedoch die funktionelle Grundlage für die tatsächlich realisierten Anwendungsfälle.

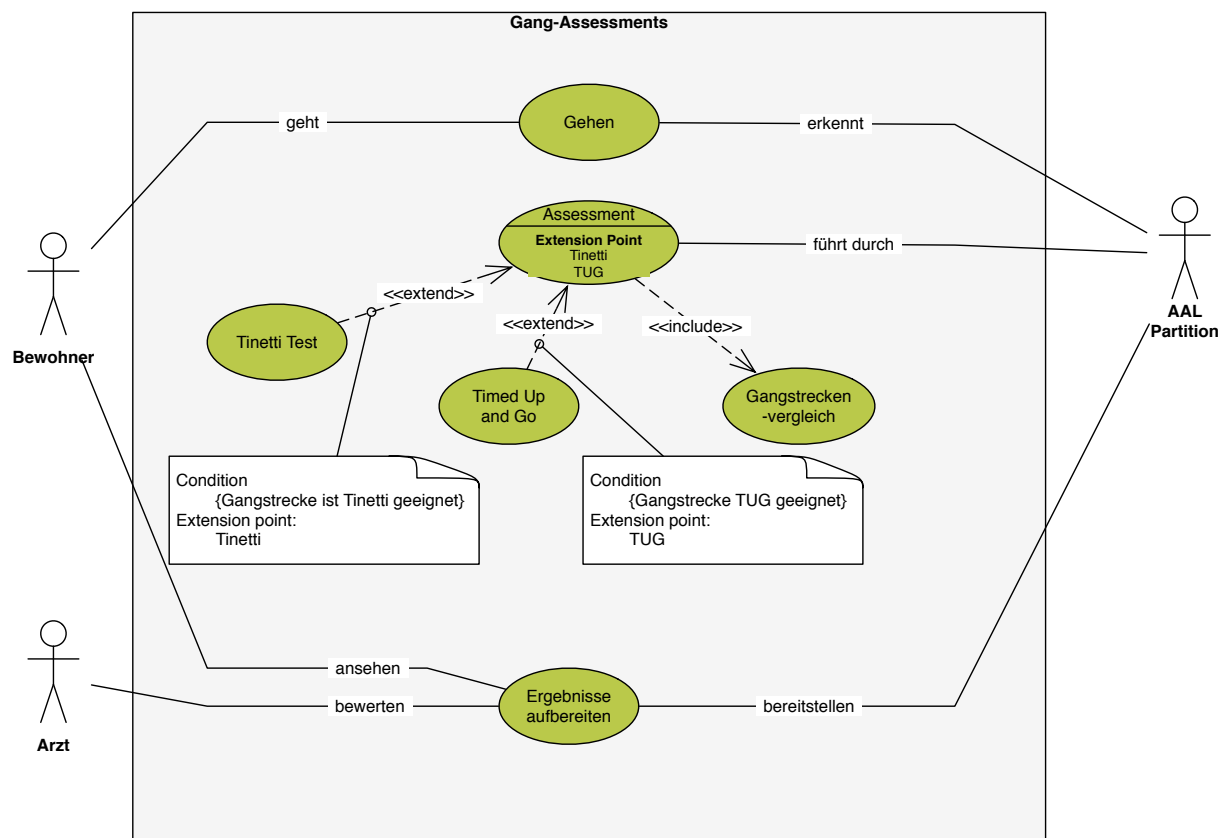


Abbildung J.1.: BASIS Anwendungsfall "Ambiente Ganganalyse".(Quelle: Eigene Darstellung)

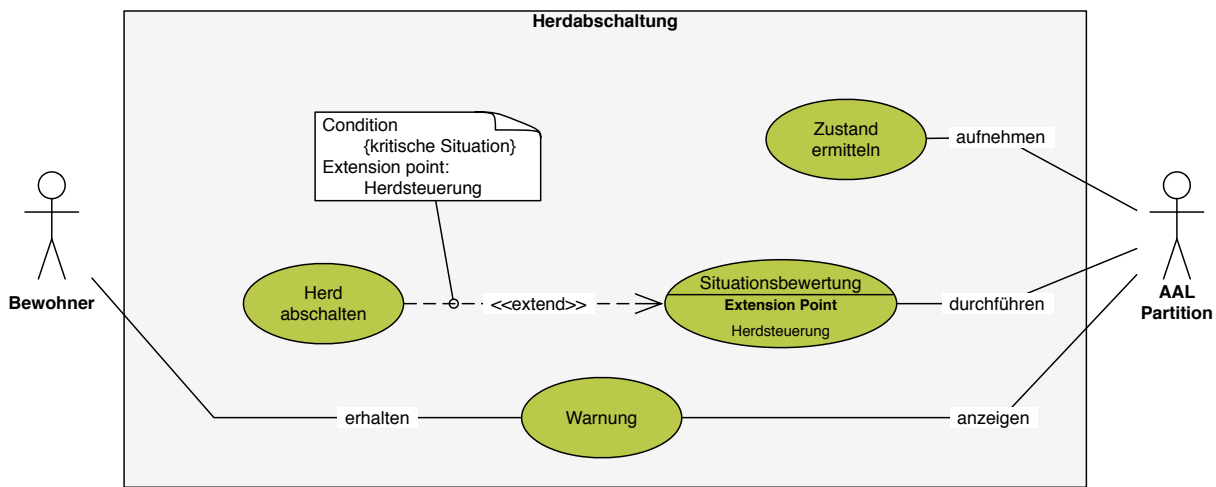


Abbildung J.2.: BASIS Anwendungsfall "Herdabschaltung".(Quelle: Eigene Darstellung)

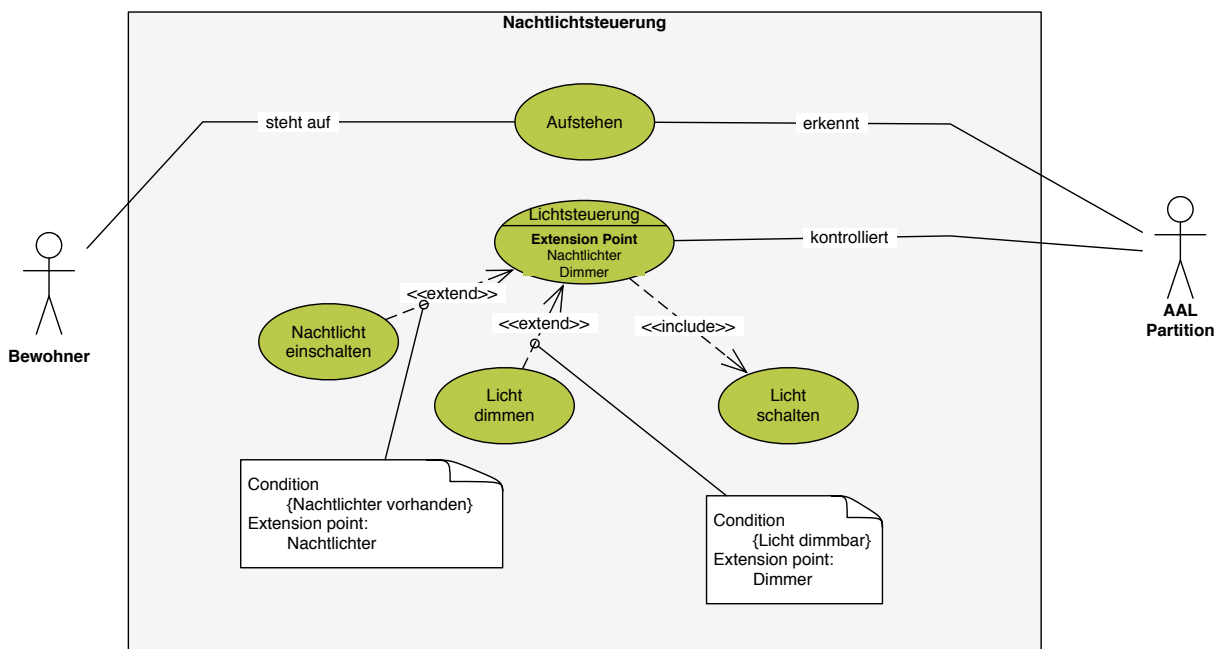


Abbildung J.3.: BASIS Anwendungsfall "Nachtlischsteuerung".(Quelle: Eigene Darstellung)

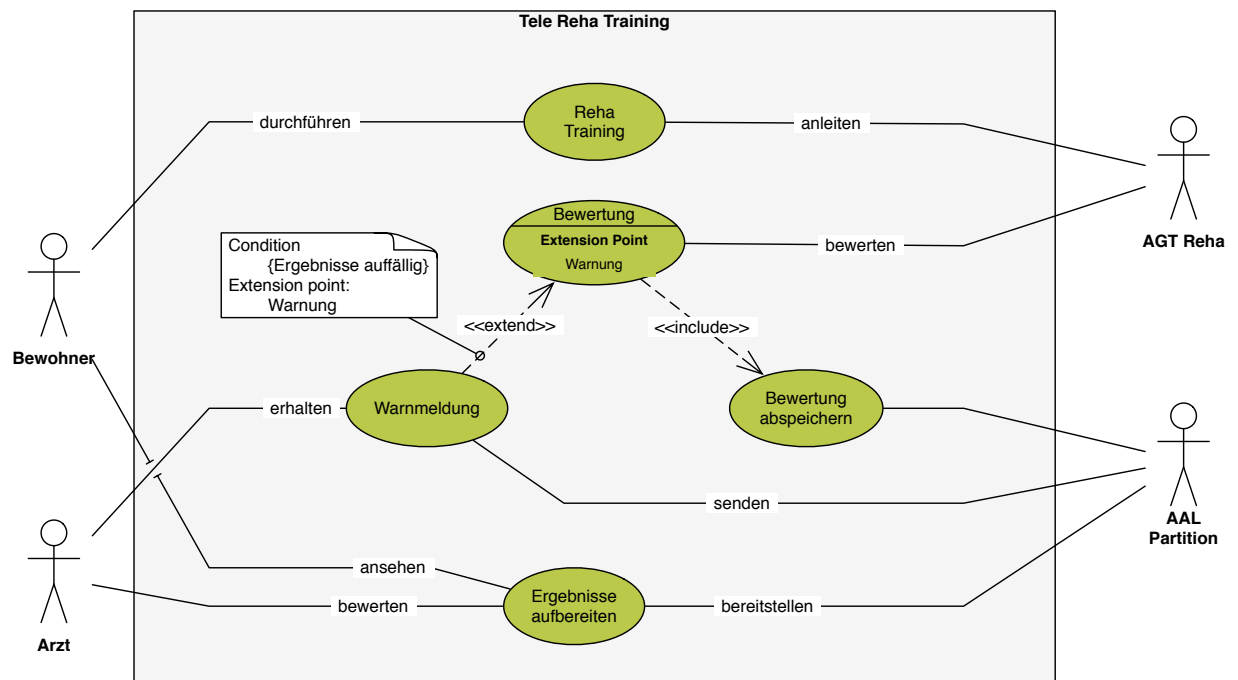


Abbildung J.4.: BASIS Anwendungsfall "Häusliche Reha Therapie".(Quelle: Eigene Darstellung)

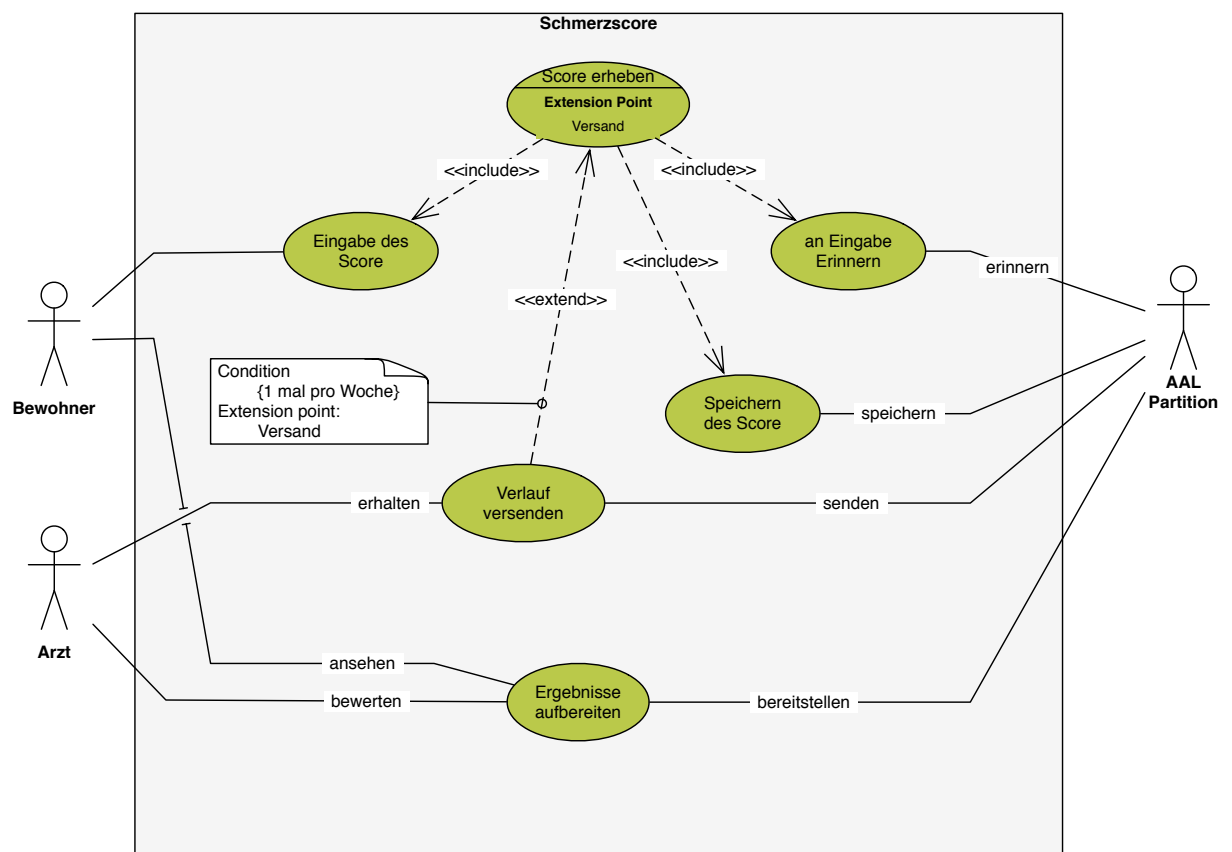


Abbildung J.5.: BASIS Anwendungsfall "Schmerzscoring" als Beispiel für eine Fragebogenanwendung.(Quelle: Eigene Darstellung)

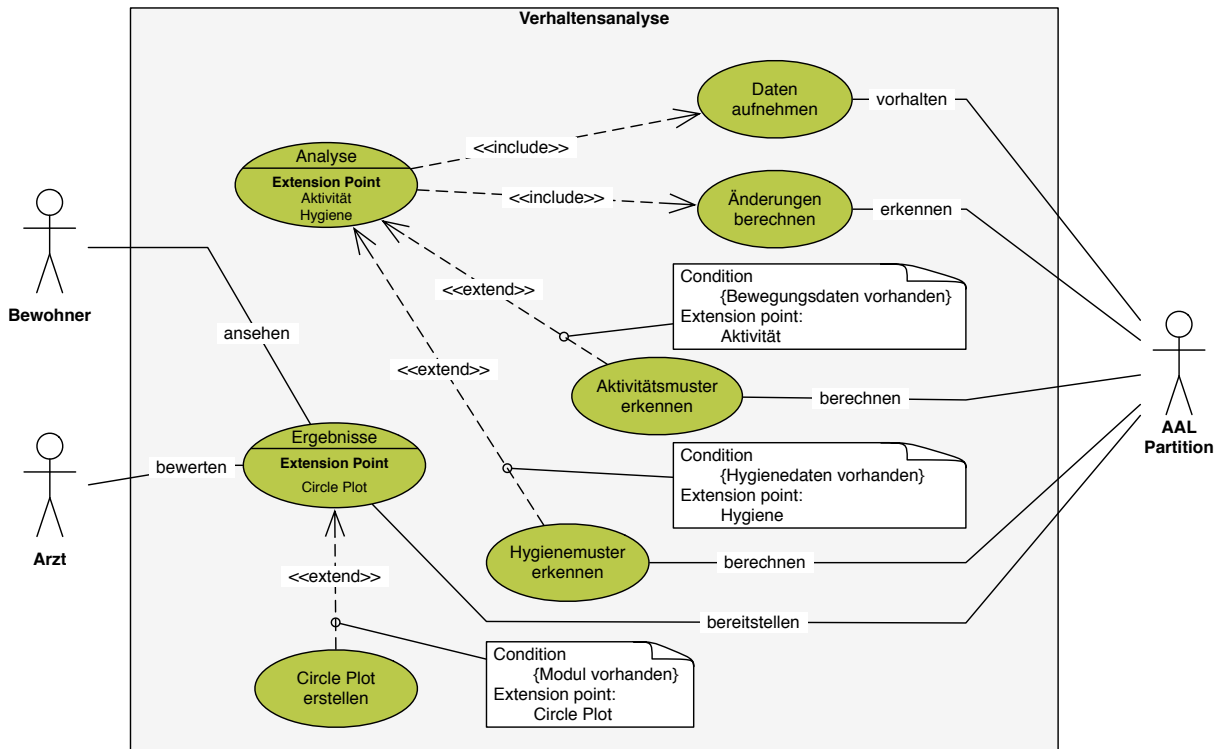


Abbildung J.6.: BASIS Anwendungsfall "Verhaltensanalyse".(Quelle: Eigene Darstellung)

K Studienplan ViWo Heart

Page 1 of 8

CLINICAL TRIAL OUTLINE APPLICATION – EXPLORATORY TRIAL

1. STUDY SYNOPSIS

APPLICANT/COORDINATING-INVESTIGATOR	<p>Prof. Dr. rer. nat. Dipl.-Ing. Thomas M. Deserno Peter L. Reichertz Institute for Medical Informatics of TU Braunschweig and Hannover Medical School (PLRI) Mühlenpfordtstr. 23, D-38106 Braunschweig, Germany Tel.: +49 (0) 531 391 2130, Fax.: +49 (0) 531 391 9502 eMail: thomas.deserno@plri.de</p> <p>Dr. med. Jan Ballof Städtisches Klinikum Braunschweig (SKBS), Klinik für Kardiologie & Angiologie Salzdahlumer Straße 90, D-38126 Braunschweig, Germany Tel.: +49 (0) 531 595 2252, Fax: +49 (0) 531 595 2654 eMail: j.ballof@klinikum-braunschweig.de</p>
TITLE OF STUDY	ViWo Heart: In-home detection of impending heart failure decompensation using a multi-factor, multi-use, ambient home monitoring system – an exploratory trial
CONDITION	Heart failure (HF)
OBJECTIVE(S)	<i>Unobtrusive, zero-interaction in-home monitoring of body signs in HF patients after discharge for timely detection of worsening symptoms (decompensation). Main hypothesis: impending HF decompensation can be reliably detected by in-home sensors and appropriate action reduces mortality and re-admission rates.</i>
INTERVENTION(S)	<p><u>Experimental intervention:</u> Installation of integrated sensor devices connected to an already installed building automation infrastructure in patients' homes ("smart home components"); Continuous, unobtrusive recording of weight, heart rate (HR), HR variability (HRV), ECG, respiratory rate (RR), sleep, mobility, activity and ambient data (temperature, luminosity, air quality, etc.); biweekly Kansas City Cardiomyopathy Questionnaire (KCCQ-12) and biannually health status examinations</p> <p><u>Control intervention:</u> traditional care; biweekly KCCQ-12 and biannually health status examinations (passive, no intervention)</p> <p><u>Duration of intervention per patient:</u> 12 months after discharge</p> <p><u>Follow-up per patient:</u> no formal follow-up (social worker contact remains)</p>
KEY INCLUSION AND EXCLUSION CRITERIA	<p><u>Key inclusion criteria:</u> treatment at Klinikum Braunschweig due to HF (ICD-10-GM: I50.00, I50.04-I50.05, I50.13-I50.14, I42.0), NYHA Score III-IV, solitary</p> <p><u>Key exclusion criteria:</u> bedridden, care level 3+, pet, investigator appraisal</p>
OUTCOME(S)	<p><u>Primary efficacy endpoint:</u> combined all-cause death or HF related re-admission</p> <p><u>Key secondary endpoint(s):</u> all-cause death and re-admission in 1/2/3/6/12 month after discharge, detected decompensations, KCCQ-12 score, adverse events, ambulatory contacts and cause, technology commitment, cost</p> <p><u>Assessment of safety:</u> KCCQ-12 score, clinical signs after biannual examination</p>
STUDY TYPE	Controlled clinical trial (non-randomized)
STATISTICAL ANALYSIS	<p><u>Efficacy:</u> Fishers' exact test (two-sided, $\alpha=0.05$)</p> <p><u>Description of the primary efficacy analysis and population:</u> Sample description by univariate analysis and difference between groups regarding age, HR, years since first HF diagnosis, NYHA class, comorbidities, biochemical metrics (BNP, NT-proBNP, Haemoglobin, Creatinine, GFR), pharmacological; Analysis of combined primary endpoint with Fishers' exact test regarding H_0 (no difference to usual care)</p> <p><u>Safety:</u> biweekly KCCQ-12 audit by clinical experts, biannually clinical examination</p> <p><u>Secondary endpoints:</u> per time-segment (1/2/3/6/12 month) analysis of each secondary endpoint (mortality, re-admission) regarding H_0; correlation coefficient of decompensations (KCCQ-12 vs. expert); availability, quality analysis and internal plausibility for all metrics; segmentation and cross validation of bed-site HR and HRV; segmentation and descriptive analysis of ECG, RR, weight and ambient data</p>
SAMPLE SIZE	<p><u>To be assessed for eligibility:</u> n = 900</p> <p><u>To be allocated to trial:</u> 20/40 in 1:2 intervention-control-ratio (n = 60)</p> <p><u>To be analyzed:</u> n = 20</p>
TRIAL DURATION	<p><u>Time for preparation of the trial (months):</u> 12</p> <p><u>Recruitment period (months):</u> 18</p> <p><u>First patient in to last patient out (months):</u> ~30</p> <p><u>Time for data clearance and analysis (months):</u> 6</p> <p><u>Duration of the entire trial (months):</u> 48</p>
PARTICIPATING CENTERS	<u>To be involved (n):</u> 1
OTHER SUBMISSION OF PROPOSAL ELSEWHERE	<p>- Lower Saxony state ministry for Social Affairs, Health and Equal Opportunities</p> <p>- Smart City Initiative of Federal Ministry of the Interior, Building and Communication</p>

2. RESPONSE TO REVIEWERS' COMMENTS ON A PREVIOUS VERSION OF THIS TRIAL

Not applicable

3. RELEVANCE

3.1 PREVALENCE, INCIDENCE, MORTALITY

Worldwide HF prevalence is around 2% [1-4] varying by age and geographical region. A rising prevalence from 6.4% to 7.0% for some urban European regions (point prevalence 1997 to 1999, ages 55+, [5]) and from 2.93% to 3.43% in Germany (2009 to 2017, full survey of statutory health insurance, [3]) can be observed. Even on stable prevalence rates, demographic change leads to significantly rising number of patients [2].

Incidence rates (all in 1/1000 person-years) vary from 3.3 to 3.9 [1,2] and increase with age to 14.4 for patients aged ≥ 55 , which results in a lifetime risk of 30% for this cohort [5]. Broken down to the city of Braunschweig, this means 7.500 patients and over 800 new cases per year. Regarding 1.4 million citizens in the catchment area of Klinikum Braunschweig, even higher numbers have to be expected.

HF is the underlying cause of 40 to 90 deaths per 100.000 patients (Germany [6] and USA [4]). In-hospital mortality is 6.7% and 3.8% in Europe and USA, respectively [7,8], and 8% in 60-90 days after discharge. Follow-up shows one-, two- and five-year survival rates of 63%-70%, 51% and 35%-48%, respectively, depending on the selection criteria and geographical region [1,4,5].

3.2 BURDEN OF DISEASE

A major burden of HF is a high rate of re-admissions due to decompensation. [9] Two thirds up to nine out of ten hospital admissions of HF patients are due to worsening symptoms [8]. The re-admission rate in 60 to 90 days after discharge is about 30% [7]. This leads to a high personal and socio-economic burden. Germany requires about 3 € billion for treatment of HF patients [6] where 60% are for inpatient treatment. HF is the most common cause of admission in Germany [6] (after birth) and yields twice the healthcare costs with re-admissions being a major factor, not only due to cardiac reasons [10]. The risk for co-morbidities is four times the risk of comparable controls and about 40% of patients have five or more co-morbidities [3].

3.3 IMPROVEMENT OF THERAPY / IMPACT OF THE TRIAL

Novelty: Given the benefits of telemonitoring for HF patient treatment, we aim to extend proven telemonitoring approaches to emerging digitalized living environments by using ambient, automated and fully embedded sensing devices that are part of a cross-domain building automation infrastructure of the apartments (BASIS, [11]). No patient interaction is required. Novel, seamlessly integrated devices, like a capacitive ECG-armchair and bed-mat, a bath-tile-embedded weight scale and a ballistocardiographic bed sensor are used.

Clinical impact: Close monitoring of the first 30 to 90 days after discharge has been shown to be effective regarding re-admissions and HF-related mortality. Treatment experience shows efficacy of an integrated approach spanning both, inpatient and ambulatory care. Identifying worsening symptoms for alerting is crucial to direct care flow and optimize medication or other accompanying therapy components. This study will show, if decompensations can be detected earlier and treated more appropriate to prevent collapses.

Patient benefit: Obviously, reduced re-admissions and mortality are a direct and major benefit for patients. Also, earlier and less intricate treatment of HF decompensations is expected to have a substantial benefit on patient safety and quality of life. This allows patients to remain in their own living space and promotes ageing-in-place. The exclusively unobtrusive approach prevents psychological burden, that results from worn devices continuously remembering the patients of their disease.

Socioeconomic impact: Reducing re-admissions will have direct economic effects of costs per patient-years, given the fact that in-hospital treatment is the main factor (~2 mio € / year in Germany). HF-related incidents are a top three cause of non-accident emergency calls and can potentially be avoided. Furthermore, ageing-in-place strengthens neighborhood relationships and the novel, digitalized living environments will have effects on other, non-health-related domains.

3.4 PATIENT INVOLVEMENT

The trial concept itself results from cooperation and contribution of several partners, including citizen and patient representative groups. We directly cooperate with the City of Braunschweig, its' healthcare department, including the senior citizens' office and the cities' disability advisory council and the municipal housing company Nibelungen Wohnbau GmbH. The trial is observed and controlled from a steering board.

Patients are involved and supported by social workers during the whole trial. Social workers of Klinikum Braunschweig directly assist in organizational aspects during inpatient care and integrate their needs into the planning of the trial. In conjunction, dedicated social management personnel of the housing company will assist patients during discharge in their new apartments throughout the whole trial and ongoing.

Version of 14.06.2019

This early and trial-spanning patient involvement addresses the novelty of the monitoring solutions and the requirement for eventually moving to a new, health-condition-adjusted apartment. The exploratory objectives allow greater flexibility and thus, enable patients to actively participate in decisions during trial execution.

4. EVIDENCE

Regarding remote (tele-)monitoring of HF therapy, a number of systematic reviews and meta-reviews have been conducted (ref. results of appendix 2). Direckx et al. [12] show mild positive results on all-cause mortality and HF related re-admission, also supported by other meta reviews of Kitsiou et al. [13] and Greenhalgh et al. [14]. The main predictive body and vital signs, used on remote monitoring are heart rate, heart rate variability, blood pressure, body weight and activity [15] already used in two big trials in Germany (TIM-HF 1 and 2, [16]). While existing approaches rely on telephone interviews with self-reported metrics or standalone devices, we propose an innovative approach based on fully embedded sensing infrastructure in patients' homes. This way, more body signs and a higher frequency can be realized, which in turn significantly reduces mortality and re-admissions rates [17]. Existing case-reports and exploratory trials on "smart home" approaches in HF monitoring are only on early, laboratory stages [18].

The proposed approach is based on solid experience in ambient assisted living and health enabling technologies at PLRI in terms of strategies [19,20], architectures [21,22], real world application [15, 23-25] and trials [26-28]. Braunschweig has a well-established network of collaborating partners from science, healthcare, housing, municipality and interest groups. The network has a greater vision towards ubiquitous infrastructure of technically enhanced living environments as a platform, where diagnostic and therapeutic services – as well as energy optimization, security, living comfort, etc. – are supported on demand (cf. Braunschweig's integrated city development concept, <https://www.denkdeinstadt.de>).

5. JUSTIFICATION OF DESIGN ASPECTS

5.1 CONTROL(S) / COMPARATOR(S)

The predominant method of remote HF monitoring is the structured phone questionnaire, which is easy to implement, has a good recall and provides simple comparability to other approaches. The control is screened periodically by the KCCQ-12 [29]. In addition, biannual in-hospital checkups are done by a study physician containing ECG, echo, BNP and a physical examination. Technology commitment is assessed at baseline [30].

5.2 INCLUSION / EXCLUSION CRITERIA

The intervention focusses on patients treated for HF with NYHA class III to IV without family or partnership support. This corresponds to the ICD-10-GM codes: I50.00, I50.04-I50.05, I50.13-I50.14, I42.0. To avoid technical interference, living solely without pets is required. Control and safety instruments require mobility and thus, exclusion of bedridden patients or patients with a care level ≥ 3 .

5.3 INTERVENTION(S)

We thoroughly discussed the requirement of permanently moving to a new apartment and decided to implement the intervention this way, since renovations of inhabited apartments are impractical and removable smart home components conflict with the overall vision of establishing sustainable infrastructure.

Patients are screened for eligibility after being admitted to Klinikum Braunschweig. We do not distinguish between de novo and re-admissions. Thus, if HF is diagnosed or already known, patients are recruited by the responsible physician together with a social worker of the clinic. The patient either (1) declines (reasons are documented as possible), (2) accepts but declines to move (inclusion to control) or (3) accepts to move and be part of the intervention. In cases 2 and 3 a signed written consent is recorded. In case 3 the housing company organizes the move and patients are either discharged directly to their new apartment, that is equipped with the building automation infrastructure, composed of movement sensors, door- and window contacts, infrared barriers, environmental sensors (light, air quality, temperature, humidity, etc.), measurable power outlets and the medical sensing (see Section 3.3). This data is assessed on a weekly basis to detect early signs of health condition worsening. KCCQ-12 and in-hospital checkups are implemented. Further follow-up is possible easily but currently not planned.

5.4 OUTCOME MEASURES

The combined endpoint of mortality and re-hospitalization is in line with other trials. In particular, re-hospitalization poses a major burden on patients, and its reduction improves quality of life. Time-segmented secondary outcome measures allow a more detailed view on different post-discharge phases. Technology commitment proved to be a good baseline descriptor in our technical feasibility studies and is used accordingly.

Version of 14.06.2019

5.5 METHODS AGAINST BIAS

The novelty of the intervention has some implications on trial design. Randomization is not implemented in this exploratory phase due to the need for moving to a new apartment and technical complexity of the intervention. Therefore, we expect a strong selection bias towards more severe HF cases, since willingness to move results from patients' own experiences, that the current living situation is not appropriate anymore. The weekly screening of sensor data is performed independently by two blinded experts.

5.6 PROPOSED SAMPLE SIZE / POWER CALCULATIONS

The sample size is $n=60$ with a 2:1 split for control and intervention, respectively. Due to the exploratory design, it is not based on a statistical calculation. Rather, it is chosen to ensure technical and organizational feasibility as well as sufficient quality of sensor data.

5.7 FEASIBILITY OF RECRUITMENT

A retrospective screening in the clinical department showed about 900 patients in 2017 with a matching HF diagnosis as given in the inclusion criteria. Out of these, three to five patients per month are expected to agree moving into a new apartment, which is more appropriate to their health conditions.

5.8 SUBSEQUENT CONFIRMATORY TRIAL

This exploratory trial directly prepares a subsequent confirmatory trial. Results of the primary endpoints directly support sample size calculation. Algorithms and thresholds from identifications of decompensations from in-home sensors can be reviewed and formalized. Technical and organizational experiences from handling the smart environments can be used to expand the approach to other housing companies and regions, to allow multiple trial arms and to facilitate the sample size needed.

6. STATISTICAL ANALYSIS

During trial, reports are generated weekly from the sensor metrics. Activity is derived by accumulating movement sensor activations. Mobility is derived from infrared light barriers and activation series of movement in connected rooms. Bed-site heart rate and heart rate variability are redundantly measured from BCG and ECG to improve quality. All data streams are segmented into parts of high and low signal quality. After trial, Samples are characterized by age, HR, years since first HF diagnosis (yHF0), NYHA class, comorbidities, biochemical metrics (BNP, NT-proBNP, Haemoglobin, Creatinine, GFR) and pharmacological treatment. Baseline differences are calculated using unbound t-test for age, HR, yHF0 and biochemical metrics as well as χ^2 for NYHA classes and Fishers' exact test for comorbidities and pharmacological treatment. Primary and time-segmented secondary outcomes are tested against control by Fishers' exact test (two-sided, $\alpha=0.05$). Metrics are checked for quality, plausibility and correlation to decompensation (χ^2 , logistic regress.).

7. ETHICAL CONSIDERATIONS

A persons' home is a fundamentally legally secured space and belongs to the core area of privacy. Our monitoring is designed to thoroughly protect the patient's as well as their data privacy. By default, the BASIS technology has no external endpoint and isolates the software domains. Data transfer is approved by the resident and secured by domain specific regulations. In this trial, data is upload encrypted to the data custodian institution (uni-directional communication).

8. STRATEGIES FOR DATA HANDLING

In-clinic data capture will be done by model-driven standardized electronic case report forms, hosted and provided by PLRI in a secure clinical registry. In-home sensor data is captured in the home-centered data warehouse partition of BASIS which is capable of creating HL7 FHIR Resources and hierarchical data-format files for archiving. [30] Anonymized in-home sensor data will be shared after end of trial as appropriate.

9. TRIAL MANAGEMENT

9.1 MAJOR PARTICIPANTS

#	Name	Affiliation	Responsibility/Role
1	Prof. Dr. Thomas Deserno	PLRI	Principle Investigator
2	Dr. med. Jan Ballof	SKBS	Coordinating Clinical Investigator
3	Jonas Schwartze, M.Sc.	PLRI	Coordinating Technical Investigator
4	Prof. Dr. Reinhold Haux	PLRI	Biometrician (Medical Statistics)
5	Dr. med. Brigitte Buhr-Riehm	City of Braunschweig	Trial Steering Board Lead
6	Torsten Voß, Dipl.-Ing.	Nibelungen Housing	Trial Steering Board

9.2 TRIAL EXPERTISE

During his time at Uniklinik RWTH Aachen, the Principle Investigator was responsible for electronic data capture in several dozens of clinical trials and registries [31]. In particular, he established secure and reliable remote data capture with portal ECG devices (NCT03715361) for recruitment in pharmacies. Currently, PLRI at TU Braunschweig is driving the registries NCT02254382, NCT02301689, and NCT03043716, the latter is planned for 10 years observation. The Coordinating Clinical Investigator has experience from the Valvular heart Disease Survey II (VHD II), an international, prospective, longitudinal, multicenter, observational study. The Biometrician has a postdoctoral lecture qualification (habilitation) for medical informatics and statistics.

9.3 TRIAL-SUPPORTING FACILITIES

Partners are City of Braunschweig, Nibelungen Housing, Institute of Computer and Network Engineering (IDA) of TU Braunschweig, die Association of Statutory Health Insurance Physicians (KVN) regional office Braunschweig, ambet e.V. and Arbeiterwohlfahrt regional association Braunschweig (AWO). Trial consultancy is done by industry-in-clinics platform MEC-ABC Medical Care and Product Development.

10. FINANCIAL SUMMARY

Item	Costs (€) Total trial duration
Clinical Project Management (incl. recruiting, training, assessments)	
Project Management and technical coordination:	
Case Payment (costs for moving)	
Patient Involvement	
Data Management (incl. system operation, data entry, query management)	
Biostatistics & Data Analytics	
Quality Assurance and Control (incl. steering board, ambulatory care contribution)	
Travel (incl. meetings, scientific conferences, patients)	
Technical Support and Development	
Technical Supply (incl. sensors & devices, reconstruction, installation)	
Fees, Insurance, MPG consulting	
Other	
TOTAL	

Co-financing of the trial by a company: none

For pharmacological interventions: trial drug under patent protection ☒ no; ☐ yes, until Date: n.a.

For interventions with medical devices: device is CE-certified ☒ no; ☐ yes

Commercial interest: none

References

- [1] Zarrinkoub R, Wettermark B, Wändell P, et al. The epidemiology of heart failure, based on data for 2.1 million inhabitants in Sweden. *European Journal of Heart Failure*. Wiley Online Library; 2013;15(9):995–1002.
- [2] Conrad N, Judge A, Tran J, et al. Temporal trends and patterns in heart failure incidence: A population-based study of 4 million individuals. *The Lancet*. 2018;391(10120):572–80.
- [3] Holstiege J, Akmatov M, Steffen A, et al. Prävalenz der Herzinsuffizienz – Bundesweite Trends, regionale Variationen und häufige Komorbiditäten. Berlin: Zi; 2018 Sep. Report No.: Bericht Nr. 18/09.
- [4] Benjamin EJ, Muntner P, Alonso A, et al. Heart disease and stroke statistics—2019 update: A report from the American heart association. *Circulation*. 2019;139(10):e56–e528.
- [5] Bleumink GS, Knetsch AM, Sturkenboom MCJ, et al. Quantifying the heart failure epidemic: prevalence, incidence rate, lifetime risk and prognosis of heart failure: The Rotterdam Study. *European Heart Journal*. 2004;25(18):1614–9.
- [6] Neumann T, Biermann J, Erbel R, et al. Heart failure: The commonest reason for hospital admission in Germany: Medical and economic perspectives. *Deutsches Arzteblatt international*. 2009;106(16):269–75.
- [7] Gheorghiade M, Abraham WT, Albert NM, et al. Systolic blood pressure at admission, clinical characteristics, and outcomes in patients hospitalized with acute heart failure. *JAMA*. 2006;296(18):2217–26.
- [8] Nieminen MS, Brutsaert D, Dickstein K, et al. EuroHeart failure survey II (EHFS II): A survey on hospitalized acute heart failure patients: Description of population. *European Heart Journal*. 2006;27(22):2725–36.
- [9] Butler J, Braunwald E, Gheorghiade M. Recognizing worsening chronic heart failure as an entity and an end point in clinical trialsworsening chf as an end point in clinical trials. *JAMA*. 2014;312(8):789–90.
- [10] Meijert M, Lindgren P, Schill O, et al. Long term health care consumption and cost expenditure in systolic heart failure. *European Journal of Internal Medicine*. 2013;24(3):260–5.
- [11] Schrom H, Schwartze J, Diekmann S. Building Automation by an Intelligent Embedded Infrastructure: Combining Medical, Smart Energy, Smart Environment and Heating. In: *Proc Int Smart Cities Conf*; 2017;113–117.
- [12] Dierckx R, Inglis SC, Clark RA, et al. Telemedicine in heart failure: New insights from the Cochrane meta-analyses. *Eur J Heart Fail*. 2017;19(3):304–6.
- [13] Kitsiou S, Pare G, Jaana M. Effects of home telemonitoring interventions on patients with chronic heart failure: An overview of systematic reviews. *J Med Internet Res*. 2015;17(3):e63:1-15.
- [14] Greenhalgh T, A’Court C, Shaw S. Understanding heart failure; explaining telehealth - a hermeneutic systematic review. *BMC Cardiovasc Disord*. 2017;17(1):156.
- [15] Stockburger M. [Non-device-based telemonitoring : Toy or tool?]. *Herzschr Elektrophys*. 2017;28(3):287–92.
- [16] Koehler F, Koehler K, Deckwart O, et al. Efficacy of telemedical interventional management in patients with heart failure (tim-hf2): A randomised, controlled, parallel-group, unmasked trial. *Lancet*. 2018;392(10):1047–57.
- [17] Yun JE, Park J-E, Park H-Y, Lee H-Y, Park D-A. Comparative effectiveness of telemonitoring versus usual care for heart failure: A systematic review and meta-analysis. *J Card Fail*. 2018;24(1):19–28.
- [18] Grace SL, Taherzadeh G, Jae Chang IS, et al. Perceptions of seniors with heart failure regarding autonomous zero-effort monitoring of physiological parameters in the smart-home environment. *Heart Lung*. 2017;46(4):313–9.
- [19] Haux R, Koch S, Lovell NH, Marschollek M, Nakashima N, Wolf KH. Health-enabling and ambient assistive technologies: Past, present, future. *IMIA Yearbook*;2016;76–91.
- [20] Haux R. [Technical systems in care of the elderly] [German]. In: *Expertises for the Seventh Report on the Elderly*. Federal Ministry for Family Affairs, Senior Citizens, Women and Youth. 2016.
- [21] Haux R, Howe J, Marschollek M, Plischke M, Wolf K-H. Health-enabling technologies for pervasive health care: On services and ICT architecture paradigms. *Informatics for Health and Social Care*. 2008;33(2):77–89.
- [22] Gietzelt M, Barga T von, Kohlmann M, Marschollek M, Schwartze J, Song B, et al. Home-centered health-enabling technologies and regional health information systems. An integration approach based on international standards. *Methods of Information in Medicine*. 2014;53(3):160–6.
- [23] Schwartze J, Prekazi A, Schrom H, Marschollek M. Substitution of Assisted Living Services by Assistive Technology - Experts Opinions and Technical Feasibility. *Stud Health Technol Inform*. 2017;238:116–9.
- [24] Mielke C, Voss T, Haux R. Residence as a Diagnostic and Therapeutic Area - A Smart Home Approach. *Stud Health Technol Inform*. 2017;238:92–5.
- [25] C. Scharnweber, K.-H. Wolf, M. Gietzelt, T. Voß, Reinhold Haux, et al., Smart Home for Medicine – Das Projekt Halberstadtstraße, in *Tagungsband der 58. gmds Jahrestagung*, 01.-05.09.2013, Lübeck, 2013, 173–4.
- [26] Haux R, Hein A, Kolb G, et al. Information and communication technologies for promoting and sustaining quality of life, health and self-sufficiency in ageing societies outcomes of the Lower Saxony Research Network Design of Environments for Ageing (GAL). *Informatics for Health and Social Care*. 2014;39(3-4):166–87.
- [27] Marschollek M, Becker M, Bauer JM, et al. Multimodal activity monitoring for home rehabilitation of geriatric fracture patients—feasibility and acceptance of sensor systems in the GAL-NATARS study. *Inform Health Soc Care*. 2014;39(3-4):262–71.
- [28] Gietzelt M, Spehr J, Ehmen Y, et al. Gal@home: A Feasibility Study of Sensor-Based in-Home Fall Detection Study, *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie*, 2012;45(8):716–21.
- [29] Spertus JA, Jones PG. Development and Validation of a Short Version of the Kansas City Cardiomyopathy Questionnaire. *Circulation: Cardiovascular Quality and Outcomes* 2015;8(5):469–476.
- [30] Neyer FJ, Felber J, Gebhardt C. Entwicklung und Validierung einer Kurzskaala zur Erfassung von Technikbereitschaft. *Diagnostica* 2012;58(2):87–99.
- [31] Schwartze J, Schrom H, Wolf KH, Haux R, Marschollek M. An HL7-FHIR-based Object Model for a Home-Centered Data Warehouse for Ambient Assisted Living Environments. *Stud Health Technol Inform*. 2015;216:1060.
- [32] Deserno TM, Haak D, Brandenburg V, Deserno V, Classen C, Specht P. Integrated image data and medical record management for rare disease registries. *J Digit Imaging*. 2014;27(3):702-13.

Version of 14.06.2019

APPENDICES

1. INTERVENTION SCHEME / TRIAL FLOW

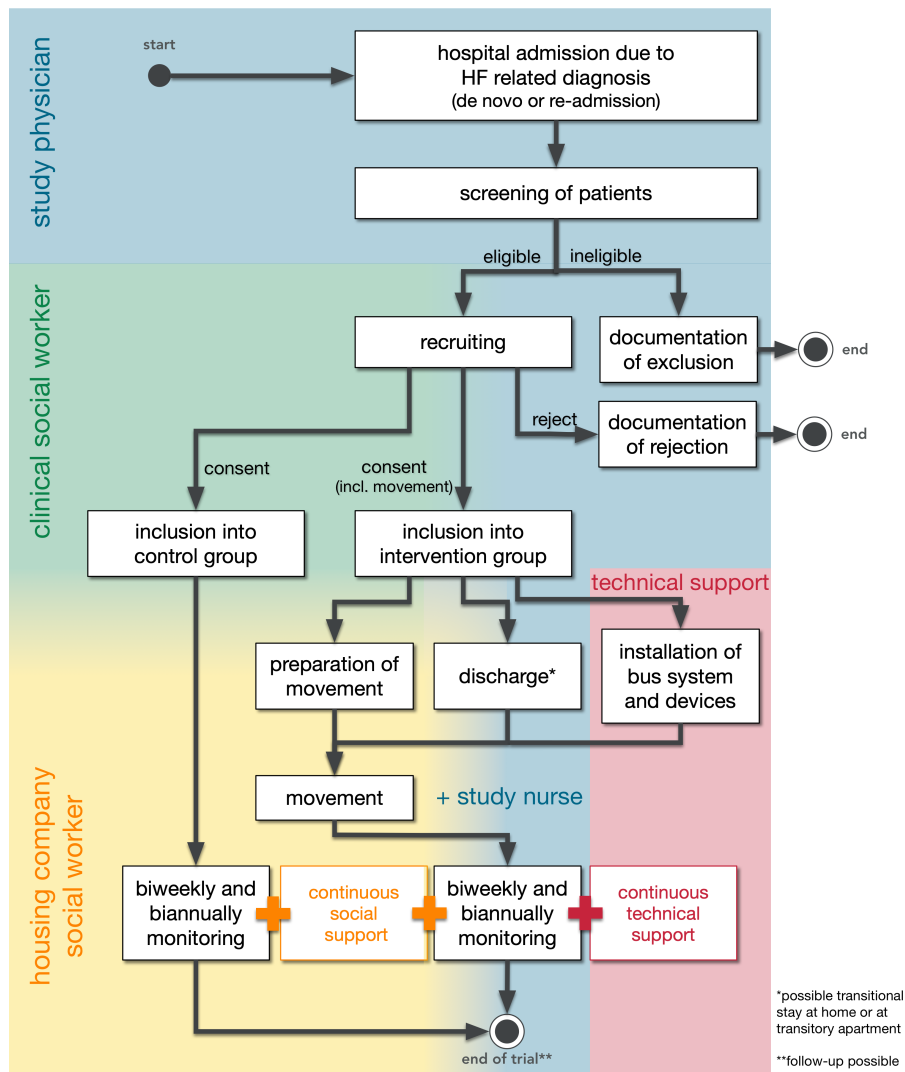


Figure 1: schematic diagram of trial design and patient flow.

2. SEARCH STRATEGY

Search strategy on pubmed (6th June 2019) to identify trials or reviews of ambulatory monitoring of HF patients (excluding implanted devices):

Recent queries in pubmed

Search,Query,Items found,Time

```
#62,"Search (((((heart failure/therapy) NOT ((heart failure/drug effects OR
heart failure/drug therapy)))) AND (((monitoring, physiologic[mh:noexp] OR re-
mote sensing technology[mh] OR monitoring, ambulatory[mh] OR telemedicine[mh])))
NOT ((electrodes, implanted[mh] OR inpatients[mh] OR "in-hospital")))) AND
(("clinical study"[Publication Type] OR "clinical trial"[Publication Type]
OR "meta analysis"[Publication Type] OR "observational study"[Publication
Type] OR "review"[Publication Type] OR "systematic review"[Publication
Type])) AND "last 10 years"[dp]",234,07:24:39
#61,"Search (((heart failure/therapy) NOT ((heart failure/drug effects OR heart
failure/drug therapy)))) AND (((monitoring, physiologic[mh:noexp] OR remote
sensing technology[mh] OR monitoring, ambulatory[mh] OR telemedicine[mh])) NOT
((electrodes, implanted[mh] OR inpatients[mh] OR "in-hospital")))) AND
(("clinical study"[Publication Type] OR "clinical trial"[Publication Type]
OR "meta analysis"[Publication Type] OR "observational study"[Publication
Type] OR "review"[Publication Type] OR "systematic review"[Publication
Type]))",349,07:23:14
#60,"Search ("clinical study"[Publication Type] OR "clinical trial"[Publica-
tion Type] OR "meta analysis"[Publication Type] OR "observational
study"[Publication Type] OR "review"[Publication Type] OR "systematic re-
view"[Publication Type])",3461113,07:23:00
#59,"Search ((monitoring, physiologic[mh:noexp] OR remote sensing technol-
ogy[mh] OR monitoring, ambulatory[mh] OR telemedicine[mh])) NOT ((electrodes,
implanted[mh] OR inpatients[mh] OR "in-hospital"))",102897,07:22:45
#58,"Search (electrodes, implanted[mh] OR inpatients[mh] OR "in-hospi-
tal")",141516,07:22:34
#57,"Search (monitoring, physiologic[mh:noexp] OR remote sensing technology[mh]
OR monitoring, ambulatory[mh] OR telemedicine[mh])",105283,07:22:24
#56,"Search (heart failure/therapy) NOT ((heart failure/drug effects OR heart
failure/drug therapy))",29613,07:21:54
#55,"Search (heart failure/drug effects OR heart failure/drug ther-
apy)",50951,07:21:44
#54,"Search heart failure/therapy",55567,07:21:18
```


Publikationen

- [1] Seidel C, Schmücker P, Brandner A, Bosk J, **Schwartz J**, Braitsch H. Benutzerfreundliche und wirtschaftliche Gestaltung von Signaturprozessen im Gesundheitswesen. In: Goltz U, Magnor M, Appelrath H-J, Matthies HK, Balke W-T, Wolf L, Herausgeber. INFORMATIK 2012; Bonn: Gesellschaft für Informatik; 2012. S. 1685–94.
- [2] **Schwartz J**, Wagner M, Rochon M, Haarbrandt B, Haux R. Konzeption einer IHE konformen, transinstitutionellen Bild- und Befundkommunikation am Beispiel der Gesundheitsdatenbank Niedersachsen. In: 57. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie (GMDS) e.V.; 16. bis 20. Sept 2012; Braunschweig (DE); 2012. S. 359–60.
- [3] Von Barga T, **Schwartz J**, Haux R. Adressierung gesundheitsrelevanter Zustände mittels mobiler assistierender Gesundheitstechnologien. In: 58. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie (GMDS) e.V.: 01. bis 05. Sept 2013; Lübeck (DE); 2013.
- [4] Wolf K-H, Franz S, **Schwartz J**, Kobelt A, Borrmann H, Kasprowski D, u. a. AGT Reha: Assistierende Gesundheitstechnologien für das medizinische Tele-Reha-Training. In: Handels H, Ingnerf J, Herausgeber. 58. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie (GMDS) e.V.: 01. bis 05. Sept 2013; Berlin: Deutsche Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie (GMDS) e.V., Industriestraße 154, 50996 Köln; Pro BUSINESS; 2013. S. 428–9.
- [5] **Schwartz J**, Haarbrandt B, Rochon M, Wagner M, Haux R, Kleinschmidt T, u. a. Design and implementation of an informed consent process for a standardized health information exchange solution on the example of the lower saxony bank of health. Stud Health Technol Inform 2013; 192:318–22.
- [6] **Schwartz J**, Wolf K-H, Rochon M, Haarbrandt B, Wagner M, Bannenberg U, u. a. Die Rollende Arztpraxis – Unterstützung der medizinischen Versorgung in ländlichen Gebieten. In: 58. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie (GMDS) e.V. 2013.
- [7] Von Barga T, **Schwartz J**, Haux R. Disease patterns addressed by mobile health-enabling technologies - a literature review. Stud Health Technol Inform 2013; 190:141–3.
- [8] Seidel C, Brandner A, Balfanz J, Bosk J, **Schwartz J**, Braitsch H, u. a. Empfehlungen für den Einsatz elektronischer Signaturen und weiterer Sicherungsmechanismen in Dokumentations-, Kommunikations- und Archivierungsprozessen des Gesundheitswesens. Aachen: Shaker; 2013.
- [9] Haarbrandt B, **Schwartz J**, Gusew N, Seidel C, Kleinschmidt T, Haux R. Primary Care Provider's Acceptance of Health Information Exchange Utilizing IHE XDS. Stud Health Technol

Inform 2013; 192:998.

[10] **Schwartz J.** Science Slam im Wissenschaftsjahr 2013: Jonas Schwartz - Medizininformatik von Kopf bis Fuß [Vortrag] [Internet]. Youtube; 2013 [zitiert 28. März 2019] Verfügbar unter: <https://www.youtube.com/watch?v=foIyJnbuWtE>

[11] **Schwartz J**, Haarbrandt B, Fortmeier D, Haux R, Seidel C. Authentication Systems for Securing Clinical Documentation Workflows. A Systematic Literature Review. *Methods of Information in Medicine* 2014; 53-64

[12] Gietzelt M, Barga T von, Kohlmann M, Marscholke M, **Schwartz J**, Song B, u. a. Home-centered Health-enabling Technologies and Regional Health Information Systems. An Integration Approach Based on International Standards. *Methods of Information in Medicine* 2014; 53(3):160–6.

[13] **Schwartz J**, Wolf KH, Von Barga T, Rochon M, Wagner M, Bannenberg U, u. a. Rollende Arztpraxis - First Results of an Ambulant Mobile Care Model for Rural Areas. *Stud Health Technol Inform* 2014; 202:295–8.

[14] Plischke M, Wagner M, Haarbrandt B, Rochon M, **Schwartz J**, Tute E, u. a. The Lower Saxony Bank of Health. Rationale, Principles, Services, Organization and Architectural Framework. *Methods of Information in Medicine* 2014; 53(2):73–81.

[15] **Schwartz J**, Günther A, Wolf K-H, Haux R. Integration neuartiger Gesundheitsdatenquellen in präklinische Versorgungsprozesse. In: GMDS 2014, 59. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie e.V. (GMDS), Göttingen, 07.-10.09.2014; Düsseldorf: German Medical Science GMS Publishing House; September 2014. S. 543–5.

[16] **Schwartz J**, Wolf K-H, Rochon M, Haarbrandt B, Wagner M, Drews M, u. a. Rollende Arztpraxis - Zwischenfazit eines mobilen Versorgungskonzeptes zur Unterstützung der medizinischen Versorgung in ländlichen Gebieten. In: GMDS 2014, 59. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie e.V. (GMDS), Göttingen, 07.-10.09.2014; Düsseldorf: German Medical Science GMS Publishing House; September 2014. S. 529–31.

[17] **Schwartz J**, Jansen L, Schrom H, Wolf KH, Haux R, Marscholke M. An HL7-FHIR-based Object Model for a Home-Centered Data Warehouse for Ambient Assisted Living Environments. *Stud Health Technol Inform* 2015; 216:1060.

[18] **Schwartz J**, Jansen L, Schrom H, Marscholke M. Konzeption einer Gewerkeübergreifenden Infrastruktur zur Gebäudeautomatisierung – Ein Blick auf das BASIS Projekt aus der AAL-Perspektive. In: GMDS 2015. 60. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie e.V. (GMDS). Krefeld, 6.-09.09.2015. Düsseldorf: German Medical Science GMS Publishing House; 2015. S. 259.

[19] **Schwartz J**, Wolf KH, Schulz S, Rochon M, Wagner M, Bannenberg U, u. a. Rolling Medical Practice: Ambulant Mobile Medical Care for Rural Areas. al. INS et, Herausgeber. *Stud Health Technol Inform* 2015; 216:909.

- [20] **Schwartz J**, Schrom H, Wolf K-H, Marschollek M. Facilitating Inter-Domain Synergies in Ambient Assisted Living Environments. *Stud Health Technol Inform* 2016; 228:476–80.
- [21] Ammenwerth E, Knaup P, Winter A, Bauer AW, Bott OJ, Gietzelt M, u. a. On Teaching International Courses on Health Information Systems. Lessons Learned during 16 Years of Frank –van Swieten Lectures on Strategic Information Management in Health Information Systems. *Methods of Information in Medicine* 2017; 56(Open):e39–48.
- [22] **Schwartz J**, Wolf K-H. Projekt "Rollende Arztpraxis" im Landkreis Wolfenbüttel. In: Pfannstiel MA, Focke A, Mehlich H, Herausgeber. *Management von Gesundheitsregionen II: Regionale Vernetzungsstrategien und Lösungsansätze zur Verbesserung der Gesundheitsversorgung* Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden; 2017. S. 81–92.
- [23] **Schwartz J**, Prekazi A, Schrom H, Marschollek M. Substitution of Assisted Living Services by Assistive Technology - Experts Opinions and Technical Feasibility. *Stud Health Technol Inform* 2017; 238:116–9.
- [24] Wolff D, **Schwartz J**, Franz S, Behrends M, Krückeberg J, Kupka T, u. a. Automatic detection of nursing activities in home care with portable and ambient sensors. In: Scott PJ, Cornet R, McCowan C, Peek N, Fraccaro P, Geifman N, u. a., Herausgeber. *Informatics for Health 2017: Advancing both science and practice*; Manchester, UK: BCS, The Chartered Institute for IT; 2017. S. 105–6.
- [25] Schrom H, **Schwartz J**, Diekmann S. Building Automation by an Intelligent Embedded Infrastructure: Combining Medical, Smart Energy, Smart Environment and Heating. In: *Proc Int Smart Cities Conf*; 2017. S. 113–7.
- [26] Günther A, Schmid S, **Schwartz J**, Weidlich-Wichmann U, Bleidorn J, Buhr-Riehm B, u. a. Notfallversorgung in Pflegeeinrichtungen in der Stadt Braunschweig: Ein sektorenübergreifender Blick anhand von Kennzahlen aus Sterbefällen, Reanimationen, Krankenhauszuweisungen und Rettungsdiensteinsätzen. *J ZEFQ* 2019; DOI 10.1016/j.zefq.2019.02.010
- [27] **Schwartz J**, Schrom H, Voß T, Haux R, Marschollek M, Deserno T. Möglichkeiten der Pflegeuntersützung durch intelligente Gebäudetechnik mit integriertem Gesundheitsmonitoring. In: *Clusterkonferenz Zukunft der Pflege*, 16. bis 17. September 2019, Berlin; Berlin: Pflegepraxiszentrum Berlin; 2019. S. 2.

Lebenslauf

Persönliche Daten

Nachname, Vorname:	Schwartze, Jonas
Adresse:	Olfermannstraße 6, 38102 Braunschweig
Kontakt:	+49 176 66838013 jschwartze@me.com
Geburtsdatum:	26.07.1986
Geburtsort:	Eisenach (Thüringen)
Familienstand:	verheiratet
Kinder:	zwei Söhne

Schulbildung

1993 - 1997	1. Staatliche Grundschule Eisenach
1997 - 2005	Elisabeth Gymnasium Eisenach
06/2005	Abitur (1,8)
	<i>Leistungskurse:</i> Mathe/Physik

Akademische Ausbildung

10/2006	Immatrikulation an der Technischen Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig <i>Studiengang:</i> Informatik, B.Sc. <i>Schwerpunkt:</i> Medizinische Informatik <i>Nebenfach:</i> Medizin
09/2009	Abschluss Bachelor of Science Informatik Studienrichtung Medizinische Informatik <i>“Prozessunterstützung für Gesundheitsnetzwerke am Beispiel des PAGE-Projekts”</i>
10/2009	Fortsetzung des Studiums der Informatik, M.Sc.

12/2011 Abschluss **Master of Science Informatik**
mit Auszeichnung (1,1)
Studienrichtung Medizinische Informatik
*“Geeignetes Authentifizierungsverfahren - Theoretische
Untersuchung und Realisierung für Sicherungsverfahren in
PDMS”*

Beruflicher Werdegang

2005 - 2005 Freiwilliges Soziales Jahr im Sport
Leistungszentrum Aerobicturnen, Halle (Saale)

2008 - 2010 Wissenschaftliche Hilfskraft am Institut für Software
Systems Engineering der Technischen Universität
Braunschweig

2011 - 2012 Wissenschaftliche Hilfskraft am Peter L. Reichertz
Institut der Medizinischen Informatik der Technischen
Universität Braunschweig und der Medizinischen
Hochschule Hannover (PLRI)

2012 - 2013 Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Technische Universität
Braunschweig, PLRI

seit 2014 Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Medizinische Hochschule
Hannover, PLRI

Danksagung

Ich bin dankbar. Dankbar für die Möglichkeit eine solche Arbeit schreiben zu können. Für die Kraft und das Durchhaltevermögen und so vieles mehr. Und auch wenn mein Name auf dem Deckblatt steht, so sind es doch die vielen Namen, die nicht drauf stehen, denen dieses Schriftstück zu verdanken ist.

Allen voran, danke ich meinem Doktorvater Prof. Dr. Reinhold Haux für die fortwährende und unschätzbar wertvolle Unterstützung. Sie haben Ordnung in das Chaos meiner Ideen gebracht, ohne mir den Schwung zu nehmen oder mich zu beschränken. Das Vertrauen und die Freiheiten in den Projekten haben es mir ermöglicht, all jene Gedanken und Konzepte zu entwerfen, die sich letztendlich in dieser Arbeit wiederfinden. Danke für die zahlreichen wertvollen Hinweise und Rückmeldungen zur Arbeit und die zuletzt so wertvollen drei Antriebsworte¹.

Ein herzlicher Dank geht an die Kollegen und Partner aus den gemeinsamen Projekten. Insbesondere an Dr. Harald Schrom aus dem IDA, der mich in die Welt der Elektrotechnik mitgenommen und mir wohl nebenbei eine halbe Elektriker-Ausbildung mitgegeben hat. Ich danke Thorsten Voß von der NiWo für's Vorangehen und "einfach-mal-machen" im BASIS Projekt. Und ich danke Dr. Brigitte Buhr-Riehm für das Vertrauen, das Wohlwollen und den Respekt im ISEK-Prozess, den ich als "kleiner WiMi" so entscheidend und auf Augenhöhe mitgestalten durfte.

Ich danke meinen Kollegen vom PLRI. Frau Zeisberg, die immer alles weiß und immer den richtigen Ansprechpartner kennt. Meinen lieben Freunden und Kollegen Birger Haarbrandt und Thomas Franken für die Diskussionen, oft einig aber eben manchmal auch nicht. Klaus-Hendrik Wolf, der mich gleich zu Beginn ins kalte Wasser des Projektmanagements geworfen hat (wir beide wissen, welches Projekt ich meine). Und allen anderen für die Flurgespräche, Inspirationen und auch Gegensätze.

Und schließlich einen Riesendank an meine Frau und bessere Hälfte, Sarah. Du hast mir den Rücken freigehalten, all meine "Wird heut' später" verziehen, mich in den Momenten des Zweifels bestärkt und stets an das Wichtigste erinnert.

¹"Schreiben. Schreiben. Schreiben."